Anexo de Participación Ciudadana

Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto
"*Proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota*"

Titular: Aguas del Altiplano S.A.

De acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el Decreto Supremo N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aquellas observaciones que cumplan con los requisitos de admisibilidad y pertinencia serán consideradas en el correspondiente Informe Consolidado de Evaluación.

En consideración de lo anterior, el presente documento elaborado por el Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Arica y Parinacota, consolida las respuestas fundadas a las observaciones ciudadanas admisibles y pertinentes ingresadas durante el proceso de Participación Ciudadana (PAC) del "Proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota", desarrollado entre el 22 de abril de 2024 y el 19 de julio de 2024. Lo anterior, conforme a lo señalado en el Instructivo Of. Ord. N°130528/2013 del Servicio de Evaluación Ambiental, sobre la "*Consideración de las observaciones ciudadanas en el marco del Sistema de Evaluación Ambiental*".

Las observaciones en el presente Anexo se presentan ordenadas de forma cronológica según su ingreso en el e-SEIA.

Documento Digital N°: 202615**10960** - Fecha: 10/11/2026

Para validar las firmas de este documento usted debe ingresar a la siguiente url

http://validador.sea.gob.cl/validar/BFA9B097-20E1-46BB-A51F-BDD6F44BFB04

1. Observante: Jaime Oyarzun

Observación N° 1:

Me presento, mi nombre es Jaime Oyarzun y soy ingeniero civil ambiental, contantemente le doy seguimiento a proyectos en la plataforma del SEIA y me he percatado que el proyecto "Proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota", no cuenta con el capítulo de línea base lumínica, por lo que mi consulta es ¿Por qué no se da cuenta de este capítulo?, entiendo que debido a la nueva actualización del D.S N°43/2012, que corresponde al D.S N°01/2022 del MMA, todo proyecto de nuevo ingreso al SEIA debe incluir el capítulo de luminosidad en su evaluación, sobre todo si se encuentra cercano a sitios de interés de protección por temas lumínicos, en este caso porque en la zona se encuentra latente el plan RECOGE por golondrina de mar negra, que se encuentran categorizadas según el estado de conservación como En Peligro (EP).

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la luminosidad y la fauna, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación plantea dos preguntas distintas, que corresponde responder por separado: primero, cómo aborda el expediente la materia lumínica que exige la normativa vigente; y segundo, cómo se protege a la golondrina de mar negra, especie que forma parte del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE) y que el observante identifica como razón de su preocupación.

Para responder la primera pregunta, cabe precisar que una línea de base es la descripción del estado de un elemento del entorno antes de que exista el proyecto, y sirve de referencia para comparar lo que ocurra durante su construcción y operación. En este expediente, la materia lumínica se aborda mediante el cumplimiento de la norma de emisión que menciona el observante y, respecto de las aves que motivan la observación, mediante la línea de base de fauna y medidas específicas, como se explica a continuación.

La normativa que el observante menciona corresponde al Decreto Supremo N°1/2023 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la Norma de Emisión de Luminosidad Artificial generada por alumbrados de exteriores, elaborada a partir de la revisión del Decreto Supremo N°43 de 2012 (Adenda Complementaria, p.61). El expediente incorpora el cumplimiento de esta norma en el Cuadro N°4.2, que la aplica, en la fase de operación, a la iluminación exterior de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa, en sus cuatro zonas de acceso vehicular, estacionamiento vehicular, tránsito vehicular y peatonal, y tránsito peatonal, y a la luminaria ubicada sobre la Planta Elevadora de Agua de Mar. Su forma de cumplimiento considera los límites de luminancia, que corresponde al brillo que emite una superficie iluminada, de iluminancia, que corresponde a la cantidad de luz que llega a una superficie, de temperatura de color y de ángulos de iluminación, y se acredita mediante la certificación de las luminarias por un organismo autorizado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), con informes periódicos a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) (Adenda Complementaria,

Cuadro N°4.2, p.62). De este modo, la materia lumínica que plantea la observación se aborda en el expediente a través del cumplimiento de los límites de emisión que fija esta norma.

Corresponde ahora responder la segunda pregunta, sobre la golondrina de mar negra, cuyo nombre científico es Hydrobates markhami, especie clasificada como "En Peligro" e incluida en el Plan RECOGE Golondrinas de Mar del Norte de Chile (Adenda 1, p.169). El expediente reconoce que la comuna de Arica forma parte de la ruta de vuelo que esta especie utiliza para desplazarse hacia el mar (Adenda 1, Obs. 3.22, p.171), por lo que esta preocupación fue estudiada durante el proceso de evaluación ambiental.

Para estudiar esta materia, se realizaron monitoreos orientados a detectar volantones, es decir, aves jóvenes que abandonan el nido, y adultos en tránsito hacia el mar dentro del área de influencia del Proyecto, cuyos resultados registraron ausencia de evidencia de que la ruta de vuelo de la especie pase por la zona de emplazamiento del Proyecto (Adenda 1, Obs. 3.22, p.171). Las áreas con presencia de la especie, como Pampa Chuño, La Higuera, Chaca y Camarones, se ubican alejadas del área del Proyecto (Adenda 1, p.169). Asimismo, se revisaron los antecedentes disponibles y se constató que las áreas críticas de atracción lumínica y de caída de ejemplares se encuentran principalmente en sectores urbanos densos, alejados del área del Proyecto (Adenda 1, Obs. 3.22, p.171).

Junto con estos resultados, el proyecto incorpora un conjunto de cinco medidas relacionadas con la iluminación de sus instalaciones: la reducción del uso de iluminación artificial innecesaria, especialmente cerca de rutas de vuelo y hábitats de nidificación; el uso de luces con menor emisión en el espectro de color azul, ya que las luces de diodos emisores de luz (LED) con alta emisión en ese rango son las que más atraen a las aves marinas; una orientación de la iluminación que evita proyectar luz hacia el cielo nocturno, reduciendo el resplandor lumínico; la instalación de barreras o estructuras de sombreado que impidan que la luz artificial se disperse de manera descontrolada; y el uso de sensores de movimiento y temporizadores, de manera que las luces solo se enciendan cuando sea efectivamente necesario (Adenda 1, Obs. 3.22, p.171). Esta información se encuentra en el Anexo Obs. 3.20, "Animales Silvestres", de la Adenda 1. En la versión vigente del expediente se precisan además las condiciones de iluminación del Proyecto: durante la construcción, los trabajos con luminarias quedan fuera del horario nocturno; durante la operación, las luminarias de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa serán de tecnología LED, con un nivel de iluminancia máximo de 10 lux, luz de color ámbar o amarillo cálido, sensores de movimiento, fotometría focalizada, es decir, luz dirigida solo al área que requiere iluminarse, y postes de 3 a 4 metros de altura, evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y hacia el mar, conforme a la "Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile"; y la Planta Elevadora de Agua de Mar, por quedar soterrada, prescinde de luminarias (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.41-2.42).

Adicionalmente, a solicitud de mejorar la descripción de la Línea de Base de fauna silvestre, se incorporó a esta especie, junto con la golondrina de mar chica y la golondrina de mar peruana, en la Línea de Base de Animales Silvestres (Adenda 1, Obs. 3.24, p.172). El Proyecto contempla, además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Monitoreo de Avifauna", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, que incluye a la golondrina de mar negra y a las demás golondrinas de mar del Plan RECOGE y que se extiende a la fase de operación del Proyecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.2, pp.7.6-7.8).

Por lo tanto, la normativa de luminosidad que menciona el observante está incorporada en el expediente, ya que el cumplimiento del Decreto Supremo N°1/2023, que fija límites de emisión de luz, se detalla en el Cuadro N°4.2 de la Adenda Complementaria; y la protección de la golondrina de mar negra y de las demás especies del Plan RECOGE, que motiva esta observación, se abordó mediante monitoreos específicos, cinco medidas de manejo lumínico, condiciones de iluminación orientadas a resguardar a las aves marinas durante la construcción y la operación, la incorporación de estas especies en la Línea de Base de Animales Silvestres y un compromiso ambiental voluntario de monitoreo de avifauna que las incluye y se extiende a la fase de operación.

2. Observante: Juan Pablo Teran Valdes

Observación N° 2:

Flora y fauna Marina: ¿cómo se llegó a escoger el sector de arenillas negras siendo que es rico y flora y fauna marina?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Al revisar la información entregada a lo largo del proceso de evaluación ambiental del EIA del proyecto, se logra establecer que los criterios que definieron su emplazamiento responden a temas relacionados a disponibilidad de terreno, compatibilidad con instrumentos de planificación territorial y criterios técnico-económicos.

Como se observa en el numeral 1.3.5 del Capítulo 1 del EIA, la planta se encuentra en las proximidades del borde costero, cerca del punto de captación de agua marina. Esta elección de ubicación tiene como objetivo reducir la distancia entre la planta y los puntos o áreas de demanda y uso del agua. La cercanía busca optimizar los procesos de conducción y entrega del agua, siendo crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.

La decisión de ubicar la Planta de Ósmosis Inversa también se basa en la disponibilidad de terreno proporcionado por Bienes Nacionales. Asimismo, la elección se alinea con la planificación urbana, ya que se encuentra fuera del área de inundación identificada por el SHOA en sus Cartas de Inundación por Tsunami de la ciudad de Arica. Esta medida no solo disminuye el riesgo para el personal y las instalaciones, al encontrarse en una cota de emplazamiento de 93 m.s.n.m., sino que también facilita una reposición más rápida y ágil de la operación de la planta en caso de eventos adversos, siendo necesario únicamente reponer las obras de captación ubicadas en la costa del terreno.

Observación N° 3:

Impacto: Los desechos de la planta muy cerca de la costa, lo que corresponde es a 20 km mar adentro y no 320 metros.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

En cuanto a las obras y partes correspondientes a efluentes marinos, según lo presentado en el PAS 115 (Numeral 1.1 del Anexo 1.3 de la Adenda Extraordinaria) corresponde a un emisario que tendrá 298 m lineales de tramo enterrado, 29 m de tramo lineal semienterrado, y 40 metros de tramo sin enterrar, completando un tramo de 367 metros. Al revisar la información presentada dentro del EIA, en el numeral 1.4.2.7 del Capítulo 1, se indica que la tubería correspondiente al emisario sería HDPE de 500 mm de diámetro y estará instalada paralela a las tuberías de impulsión de agua de mar. La cañería operará parcialmente llena hasta el sector de la PEAM y el punto de ubicación de la descarga se ubica en la cota -10 NRS.

Observación N° 4:

Especies en veda permanente,vedas/ Lugar de desoves: Loco, especie rica en la zona arenillas negras, veda permanente, pulpo vedas, peligro de extinción, lugar de desove de locos y pulpos. Lenguado, corvina, sargos, tomoyos, dorados, tollo, etc, lugar de desove.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m^3.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Presencia destacada**
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

En este sentido, se concluye que se han identificado adecuadamente las especies presentes en el ecosistema marino. Es importante destacar que el proyecto respetará estrictamente la normativa vigente sobre vedas permanentes y la protección de especies marinas. En ninguna fase del proyecto, incluyendo la construcción y operación, se realizará pesca de especies en veda ni se dañará de significativamente a estas especies.

3. Observante: Luis Alonso Paredes Gaete

Observación N° 5:

¿Qué título jurídico tienen para extraer agua de mar y comercializarla?, Ley de concesiones marítimas

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos jurídicos asociados a la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la consulta realizada acerca del título jurídico que permite la extracción de agua de mar y su posterior procesamiento, se informa que ésta se enmarca dentro de un contexto normativo específico en Chile, que incluye la Ley sobre Concesiones Marítimas. Dicha ley establece un marco regulatorio para el uso de los bienes nacionales de uso público, que incluyen las aguas marítimas, y es fundamental para entender cómo se gestionan estos recursos.

En términos generales, la Ley sobre Concesiones Marítimas regula la concesión de uso particular de los bienes del Estado en áreas marítimas. Esto significa que cualquier actividad que implique el uso de estos espacios, como la construcción de infraestructuras o la explotación de recursos, debe contar con una concesión otorgada por el Ministerio correspondiente. La concesión marítima es un título jurídico que permite a los concesionarios realizar actividades específicas en áreas determinadas, bajo ciertas condiciones y plazos. Sin embargo, es importante destacar que la extracción de agua de mar para su uso en procesos de desalinización no está sujeta a una regulación específica que exija un permiso especial. En este sentido, aunque las obras marítimas requieren una concesión para su ejecución y operación, la simple extracción del agua misma no necesita un permiso adicional.

Ahora bien, para poder utilizar el agua de mar para una obra como la propuesta se requiere una concesión marina. Es competencia del Ministerio de Defensa y de la Subsecretaría de Marina permitir el uso particular de fondos de mar y porciones de agua, tanto dentro como fuera de las bahías, según lo establecido en el Decreto con Fuerza de Ley N°340 sobre Concesiones Marítimas. Estas concesiones se otorgan sobre bienes de uso público o bienes fiscales y el control, fiscalización y supervisión, corresponden al Ministerio de Defensa Nacional y a la Subsecretaría de Marina, independientemente del uso al que se destinen y de su ubicación.

Con relación con este Proyecto, y dado que las instalaciones se ubicarán en el borde costero, el fondo marino y la columna de agua, el Titular está tramitando la concesión marítima requerida, la que debe incluir las condiciones para la explotación comercial del agua de mar, en concordancia con las normativas de uso y aprovechamiento de bienes de uso público.

Observación N° 6:

La constitución articulo 19 numeral 23, código civil art 589, no permite la comercialización de agua de mar. Aguas del altiplano es una empresa privada.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos jurídicos asociados a la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta acerca de la comercialización del agua de mar y su relación con la legislación chilena, se informa que, específicamente el artículo 19, numeral 23 de la Constitución Política y el artículo 589 del Código Civil, requiere un análisis detallado que considere tanto el marco normativo como las implicancias prácticas de estas disposiciones.

El artículo 19, numeral 23 de la Constitución establece que ciertos bienes son considerados bienes nacionales de uso público, lo que incluye las aguas marinas. Este artículo garantiza la libertad para adquirir el dominio de toda clase de bienes, salvo aquellos que la naturaleza ha hecho comunes o que deben pertenecer a la Nación. En este contexto, las aguas del mar son clasificadas como bienes nacionales de uso público, lo que implica que su uso está restringido y no puede ser objeto de comercio directo. Esto significa que cualquier actividad relacionada con estas aguas, como su extracción para desalinización, debe estar regulada y autorizada mediante permisos o concesiones temporales.

Por su parte, el artículo 589 del Código Civil refuerza esta visión al definir las aguas como bienes nacionales de uso público. Esto implica que su dominio y uso pertenecen a todos los habitantes de la nación, y su explotación debe ser gestionada bajo un marco regulatorio específico. El Código Civil también señala que las aguas no pueden ser objeto de apropiación privada en su estado natural, lo cual se traduce en que no se puede comercializar el agua de mar en su forma original.

En este sentido, aunque empresas privadas, como las del Proyecto presentado a evaluación, pueden operar infraestructuras para captar agua de mar, esto debe hacerse bajo un esquema de concesión marítima que les permita utilizar el recurso. La concesión permite a estas empresas procesar el agua extraída y comercializar el producto resultante, es decir, el agua desalinizada. Este proceso está sujeto a regulaciones específicas que garantizan que la actividad se realice dentro del marco legal establecido.

El proceso para obtener una concesión marítima comienza con la presentación de una solicitud ante la Capitanía de Puerto correspondiente. Esta solicitud es evaluada en función de diversos factores, incluyendo el impacto sobre la navegación y el medio ambiente. Posteriormente, el expediente es revisado por varias autoridades hasta llegar al Ministerio de Defensa Nacional para la resolución final. Aunque el agua de mar no puede ser comercializada directamente como un bien nacional de uso público, su transformación a través de procesos como la desalinización permite a las empresas privadas ofrecer agua potable al mercado. Este enfoque asegura que se respeten las normativas vigentes mientras se satisface una necesidad esencial para la población.

En síntesis, aunque la Constitución y el Código Civil establecen limitaciones claras respecto a la comercialización del agua de mar en su estado natural, permiten un marco para que empresas privadas operen bajo concesiones específicas. Esto les habilita a procesar y comercializar agua desalinizada, siempre bajo estrictas regulaciones y supervisión estatal. Esta dualidad en la regulación refleja un intento por equilibrar el interés público en la gestión del recurso hídrico con las necesidades económicas y sociales actuales.

Observación N° 7:

Que pasa con la ley 20249 ley de pueblos originarios.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos jurídicos asociados a la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Ley N° 20.249, que crea el Espacio Costero Marino de los Pueblos Originarios (ECMPO)1, establece un régimen destinado a reconocer y resguardar los usos consuetudinarios que comunidades indígenas o asociaciones de ellas han ejercido históricamente sobre determinados espacios del borde costero. De acuerdo con su artículo 1, las disposiciones de esta ley regulan la destinación, administración y término de los espacios costeros marinos de pueblos originarios.

Los ECMPO corresponden a espacios marinos delimitados cuya administración puede ser entregada a comunidades indígenas o asociaciones de ellas cuando se acredite el ejercicio de usos consuetudinarios en dichos sectores. Estos usos corresponden a prácticas o conductas realizadas habitualmente por las comunidades y que forman parte de su cultura, pudiendo comprender actividades religiosas, económicas, productivas, recreativas u otras de carácter tradicional.

La Ley N° 20.249 no concede automáticamente la administración de un espacio costero por la sola presentación de una solicitud, sino que establece un procedimiento administrativo para acreditar y reconocer estos usos, en el cual intervienen la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), la autoridad marítima y los demás organismos competentes. Una vez cumplidas las etapas correspondientes, el espacio costero puede ser entregado en destinación por la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas a SUBPESCA, organismo que posteriormente suscribe un convenio de uso con la comunidad o asociación asignataria, previa aprobación del respectivo Plan de Administración.

En dicho Plan de Administración se establecen las actividades que podrán desarrollarse, los usuarios del espacio y las demás condiciones aplicables conforme a la Ley N° 20.249 y su reglamentación. Por lo

1 Disponible en: https://bcn.cl/24m4w.

tanto, esta normativa no constituye una prohibición automática para el desarrollo de proyectos en el borde costero, sino un régimen especial destinado a reconocer y proteger los usos consuetudinarios indígenas cuando se cumplen los requisitos establecidos legalmente.

Para efectos de la evaluación ambiental del presente Proyecto, el aspecto relevante corresponde a determinar si existe una superposición espacial entre las obras o su área de influencia y un ECMPO declarado o una solicitud de ECMPO en tramitación. De acuerdo con la revisión del registro de SUBPESCA informada por el Titular durante la Adenda Complementaria, se identificaban más de 100 solicitudes o procedimientos de ECMPO en distintas zonas del país; sin embargo, al momento de dicha consulta no se identificó un ECMPO declarado ni una solicitud en tramitación localizada en la Región de Arica y Parinacota que se superpusiera con el área del Proyecto.

Esta conclusión debe entenderse como una constatación efectuada en un momento determinado de la evaluación ambiental y no como una afirmación permanente respecto de la inexistencia futura de solicitudes o derechos asociados a la Ley N° 20.249. En consecuencia, la situación registral deberá mantenerse actualizada durante las etapas posteriores de desarrollo del Proyecto y, particularmente, al momento de tramitar y obtener las concesiones, títulos marítimos y demás autorizaciones sectoriales requeridas.

En caso de que posteriormente se presente o identifique una solicitud de ECMPO que se superponga con las obras o con sectores vinculados al Proyecto, la compatibilidad entre los distintos usos y las eventuales restricciones deberán ser analizadas y resueltas por las autoridades competentes en el marco del procedimiento establecido en la Ley N° 20.249 y de las respectivas autorizaciones sectoriales. Una eventual Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable no sustituye dichos procedimientos ni permite desconocer derechos, destinaciones o limitaciones que se encuentren válidamente constituidos.

Asimismo, la ausencia de un ECMPO declarado o en tramitación en el área del Proyecto al momento de la consulta no significa desconocer la existencia de usos efectivos o tradicionales del borde costero ni elimina la necesidad de prevenir eventuales interferencias con quienes desarrollan actividades en el sector. Por esta razón, la evaluación ambiental incorpora antecedentes sobre los usos existentes del borde costero y contempla mecanismos de participación, coordinación y seguimiento con organizaciones y usuarios locales.

En particular, el Plan de Seguimiento Ambiental considera mecanismos de participación y registro con organizaciones vinculadas a la pesca artesanal, contemplándose informes anuales durante la fase de construcción y cada dos años durante la operación. Estos mecanismos permitirán documentar aspectos relacionados con accesos, comunicaciones, eventuales incidentes o interferencias, resultados del seguimiento y, cuando corresponda, las medidas de ajuste que deban implementarse.

En consecuencia, de acuerdo con los antecedentes disponibles durante la evaluación ambiental, no se identificó un ECMPO declarado ni una solicitud en tramitación que se superpusiera con el área del Proyecto en la Región de Arica y Parinacota. Sin perjuicio de ello, esta situación deberá verificarse nuevamente durante la tramitación de las autorizaciones sectoriales correspondientes y antes de materializar las obras. De identificarse posteriormente una solicitud o derecho superpuesto, su

compatibilidad con el Proyecto deberá resolverse conforme al procedimiento establecido por la Ley N° 20.249 y las autoridades competentes. Paralelamente, deberán mantenerse las medidas de participación, coordinación y seguimiento destinadas a prevenir y gestionar eventuales interferencias con los usuarios efectivos del borde costero.

4. Observante: Nonato Antonio Pinto Ardiles

Observación N° 8:

Porque no se busca otro lugar para instalar dicha planta.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos transversales de la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La selección del sector de Arenillas Negras para el emplazamiento de la planta desalinizadora no corresponde a una decisión arbitraria, sino que es resultado del análisis comparativo de distintas alternativas de localización, considerando criterios técnicos, ambientales, operacionales, de seguridad y económicos. En este análisis se evaluaron, entre otros aspectos, la exposición a inundación por tsunami, la configuración de las obras, la cercanía entre sus principales componentes, la proximidad al sistema de distribución, las longitudes de impulsión, los requerimientos energéticos y costos de conducción, así como los potenciales efectos sobre receptores humanos, ecosistemas marinos, vialidad, ruido, patrimonio y valor turístico.

Entre las principales razones para seleccionar Arenillas Negras se encuentra su proximidad al mar, que permite una configuración adecuada de las obras de captación y descarga, junto con la factibilidad de conectar el agua producida al sistema existente. Asimismo, el emplazamiento permite ubicar las instalaciones en una cota y localización con menor exposición al riesgo de inundación por tsunami en comparación con otras alternativas costeras de menor cota.

Otro aspecto relevante corresponde a la cercanía entre la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y la Planta de Tratamiento por Ósmosis Inversa (PTOI), así como su relación con el sistema de distribución. Esta configuración permite reducir las longitudes de impulsión y optimizar el transporte del agua desde el mar hacia la planta y posteriormente hacia el sistema existente, disminuyendo los requerimientos energéticos y los costos asociados a la conducción y favoreciendo la eficiencia operacional del Proyecto.

Se modelaron receptores sensibles y se incorporaron medidas y acciones relacionadas con ruido, tránsito, patrimonio, accesos y seguimiento ambiental, incluyendo barreras acústicas, restricciones a las tronaduras y medidas de monitoreo (véase Cuadros 2.8–2.18 y 2.28–2.33, Anexo Obs. 2 de la Adenda Excepcional).

Respecto del borde costero, la intervención superficial se concentra principalmente durante la fase de construcción. El expediente cuantifica una ocupación aproximada de 1.119 m², equivalente a cerca del 2,8% del sector de playa considerado, durante un período estimado de 23 meses, manteniéndose aproximadamente el 97,2% restante disponible, salvo las restricciones temporales que puedan resultar necesarias por razones de seguridad durante la ejecución de las faenas.

Las obras en la playa tendrán carácter temporal y contemplan su delimitación mediante cercos y señalización. Una vez finalizada la construcción, las conducciones quedarán soterradas y deberá restituirse la superficie intervenida, mientras que las obras de captación y descarga operarán de manera sumergida. Estas características permiten dimensionar la extensión y duración de la intervención, mientras que el Titular mantiene las condiciones de acceso, señalización y seguridad, y a su vez ejecutar la restitución de las áreas intervenidas y coordinar adecuadamente las faenas con los usuarios del borde costero, especialmente durante los períodos de mayor utilización del sector. Asimismo, deberá mantenerse el seguimiento ambiental comprometido para verificar las condiciones previstas durante la evaluación (véase Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.3, Plan de Seguimiento Ambiental).

En consecuencia, Arenillas Negras fue seleccionada a partir de una evaluación multicriterio y comparativa de alternativas, considerando condiciones favorables en términos de seguridad frente a tsunamis, configuración y proximidad de las obras, reducción de las longitudes de impulsión, requerimientos energéticos, conexión al sistema existente y viabilidad ambiental, operacional y económica.

Observación N° 9:

Donde están las fluctuaciones del hábitat que hay. Queremos ver las algas, los mariscos y toda vida marina. No hay que destruir nuestra playa arenillas negras. Hay vestigios de nuestros antepasados, respetemos. En este lugar hay: Corvinas, Sargos, Cabrillas, Dorados, Lenguados, Pejerreyes, Anchoa, deposita huevos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, en el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	Nombre común	Grupo
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

Adicionalmente, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional se reconoce que en el área de influencia del proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota se desarrollan actividades productivas vinculadas al uso directo de recursos naturales marinos, particularmente pesca artesanal, recolección de orilla, buceo apnea y extracción bentónica, constituyendo prácticas relevantes dentro del sistema de vida de grupos humanos asociados al borde costero regional.

La revisión de antecedentes oficiales de desembarque indica que, a escala regional, la actividad pesquera mantiene alta relevancia económica y cultural: el Registro Pesquero Artesanal registra 1.750 pescadores

artesanales activos y 251 embarcaciones vigentes, distribuidos en 17 organizaciones pesqueras regionales, principalmente concentradas en Caleta Arica y Caleta Camarones.

En cuanto al sector específico de Arenillas Negras, de acuerdo a los datos oficiales de desembarque, muestran presencia de múltiples recursos bentónicos e intermareales utilizados por recolectores de orilla y buzos de apnea, considerando el pulpo del norte y la almeja.

Por otro lado, de acuerdo a la información primaria levantada, las especies de interés para la recolección de orilla corresponden a:

1. Moluscos bivalvos: Destacan el piure, el choro (incluyendo el choro zapato), los choritos, la cholga, el culengue (una especie de almeja blanca) y diversos tipos de almejas como la taca y los machones.

2. Gasterópodos: Son de gran interés la lapa (tanto la "lapa de sol" como la de fondo), el locate y el loco. Sobre el loco, se menciona que, aunque su extracción está prohibida o bajo veda, sigue siendo un recurso presente en el sector.

3. Equinodermos: El erizo es un recurso fundamental para estos trabajadores. También se menciona la estrella de mar, que en años anteriores tuvo interés comercial para la fabricación de alimentos.

4. Crustáceos: La jaiba es una especie que también es recolectada en diversas zonas de la costa de acuerdo al relato de los entrevistados.

En este sentido, se concluye que se han identificado adecuadamente las especies presentes en el ecosistema marino.

Respecto a Arenillas Negras, se reconoce que el proyecto se ubica específicamente en el sector de la Playa Arenillas Negras, de acuerdo a lo declarado por el Titular en la Parte 1 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, el proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa:

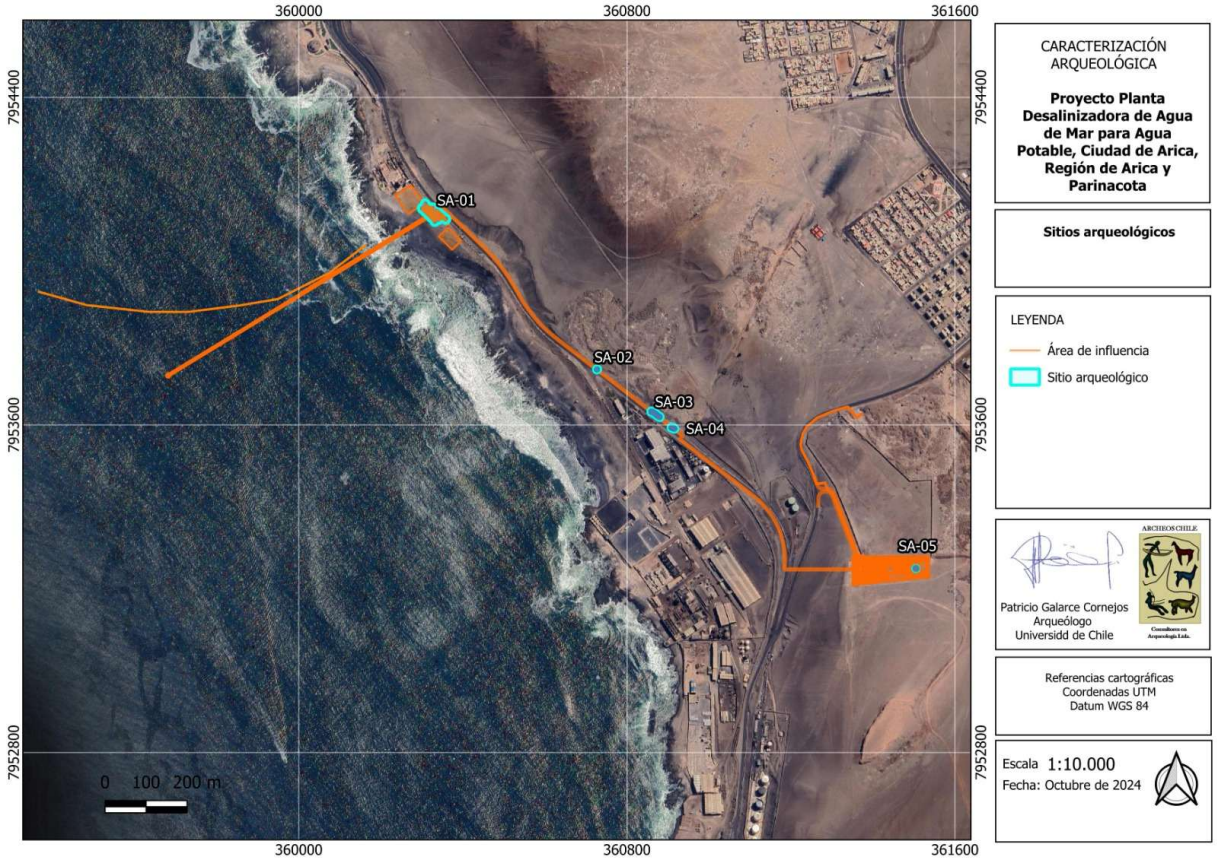
5. Fase de Construcción: Durante esta etapa, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% de la superficie total de la playa (1.119 m²), lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.

6. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Adicionalmente, esta playa que no está considerada como apta para baño y que hasta febrero 2024, no cuenta con equipamiento, productos ni servicios turísticos para ofrecer, encontrándose en un sector cercano al sector industrial de la zona sur de la comuna. En esta línea, se indica que esta playa no corresponde a uno de los puntos a destacar como de importancia turística en la ZOIT declarada oficialmente, razón por la cual las partes, obras y acciones consideradas en la fase de construcción de este Proyecto no impiden de forma alguna el desarrollo normal de las actividades turísticas que ofrecen las playas el Laucho o la Lisera; por lo que los operadores locales podrán seguir ofreciendo normalmente sus servicios, sin interferencia alguna.

Finalmente, respecto a vestigios arqueológicos, de acuerdo con el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional sobre el Permiso Ambiental Sectorial (PAS 132), permiso para hacer excavaciones de tipo arqueológico, antropológico y paleontológico, se señala que la ejecución de las labores de línea de base arqueológica por medio de prospección superficial y caracterización estratigráfica realizadas en el marco del proyecto, identificó la existencia de cinco sitios arqueológicos, los que se presentan a continuación.

Figura. Ubicación sitios arqueológicos registrados en el marco del proyecto



Fuente: Figura 1.1, Anexo 1.3, Adenda Excepcional

A partir de los resultados presentados en el Anexo mencionado anteriormente, se plantea la realización de trabajos de rescate arqueológico, actividad que debe efectuarse de forma previa al inicio de las obras de construcción en los sitios Desaladora SA-01, Desaladora SA-02, Desaladora SA-03, Desaladora SA-04 y Desaladora SA-05, por medio de unidades de excavación estratigráfica y/o recolección superficial, con dimensiones de 2 x 2 m (4 m^2). El objetivo de esta actividad es efectuar un conocimiento en profundidad de las entidades arqueológicas para proceder a continuación con su liberación para la construcción de las obras.

Tabla. Rescate sitios arqueológicos área de influencia

Nombre	Superficie total (m^2)	Superficie afectada (m^2)	Tipo de intervención	Superficie de rescate / recolección (m^2)	N° unidades excavación	N° unidades recolección
Desaladora SA-01 alta densidad	95	95	Rescate estratigráfico 50% / Rescate superficial 100%	48 / 48	12	12
Desaladora SA-01 baja densidad	561	561	Rescate estratigráfico 5% / Rescate superficial 100%	32 / 533	8	133
Desaladora SA-01 nula densidad	1.343	1.343	Rescate superficial 100%	0 / 1.343	0	335
Desaladora SA-02	313	80	Rescate superficial 100%	0 / 80	0	20
Desaladora SA-03	803	206	Rescate superficial 100%	0 / 176	0	44
Desaladora SA-04	463	104	Rescate superficial 100%	0 / 104	0	26
Desaladora SA-05	314	314	Rescate superficial 100%	0 / 314	0	78
Total					20	665

Fuente: Cuadro 1.9, Anexo 1.3, Adenda Excepcional

Adicionalmente las medidas de conservación de los sitios consideran el monitoreo arqueológico permanente durante la fase de construcción y operación, charlas de inducción mensuales durante la fase de construcción, señalización y cercado áreas de resguardo durante la fase de construcción, mural informativo del cerco perimetral durante la fase de construcción y un folleto informativo a trabajadores en la fase de operación.

En conclusión, es posible señala que se realiza un análisis de los ecosistemas marinos, y que en la evaluación de impactos se estima que no se generan impactos significativos en ninguna etapa del proyecto sobre estos. El análisis se presenta en detalle en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Respecto a vestigios arqueológicos, se identifica la existencia de cinco sitios arqueológicos, estableciéndose impactos significativos sobre la componente. Las medidas de mitigación se detallan en el Anexo 2.3 de la Adenda Excepcional.

5. Observante: Rita Patricia Peñaranda Tapia

Observación N° 10:

Lugar donde se tiene proyectado instalar tuberías de la planta: Se trata de terrenos muy dañados, salinos y rocosos, donde se encuentran ubicadas las poblaciones Miramar, Miramar sur y deptos. Los Miradores I, II, III, IV, donde actualmente tenemos grandes socavones, que han dañado gravemente nuestras casas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la geotecnia y la ingeniería del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La revisión integrada del trazado, la caracterización geológica actualizada y la evaluación de vibraciones permite concluir que, para el diseño sometido a evaluación, las obras no atraviesan los conjuntos residenciales mencionados y las vibraciones proyectadas en los sectores conservadores de referencia son muy inferiores a los umbrales internacionales utilizados para prevenir daño en estructuras. La modelación de vibraciones descarta ese mecanismo como una causa razonablemente esperable de daño en los puntos analizados, pero no constituye por sí sola un estudio causal de los socavones preexistentes ni una garantía geotécnica absoluta sobre cualquier cavidad no catastrada según se señala en el Anexo Obs. 16 Actualización Estudio de Impacto Acústico y Vibraciones, secciones 3.2, 3.3.2, 5.4 y 9.2.

En términos generales el trazado ha sido planificado para evitar riesgos y que el Proyecto no contribuya al problema. El estudio geológico reconoce que parte del trazado atraviesa depósitos eólicos y coluviales de baja consolidación y alta salinidad, y advierte que una rotura de matrices o una escorrentía de origen antrópico podría gatillar erosión y socavación local. Por ello, la seguridad depende de mantener el trazado evaluado, ejecutar correctamente la zanja, el revestimiento, el relleno y la compactación, controlar la integridad hidráulica y aplicar las recomendaciones de estabilización en taludes. (véase Adenda Complementaria, Anexo Obs. 94 Línea Base de Geología y Geomorfología, pp. 70-81.)

Trazado evaluado y relación espacial con los sectores residenciales

El Proyecto considera conducciones terrestres entre la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI). Para la impulsión de agua de mar se proyectan dos tuberías de HDPE de 500 mm, instaladas en paralelo y enterradas en una zanja al costado de la avenida Comandante San Martín, con una longitud aproximada de 1.451 m. La conducción terrestre de salmuera sigue en paralelo a las tuberías de impulsión; el tramo entre la PTOI y la PEAM tiene aproximadamente 1.466 m, según lo señalado en el EIA, Capítulo 1 Descripción del Proyecto, numeral 1.4.2.2, Cuadros 1.28 y 1.31, pp. 1.57-1.59; numeral 1.4.2.7, pp. 1.77-1.80.

Para responder específicamente a la inquietud sobre socavones, el Titular delimitó dos áreas de referencia a partir de antecedentes públicos: “S1”, asociado al sector Altos del Mar, y “S2”, asociado al sector Lomas de Miramar. Se utilizó el borde de cada área más próximo al Proyecto, lo que representa un

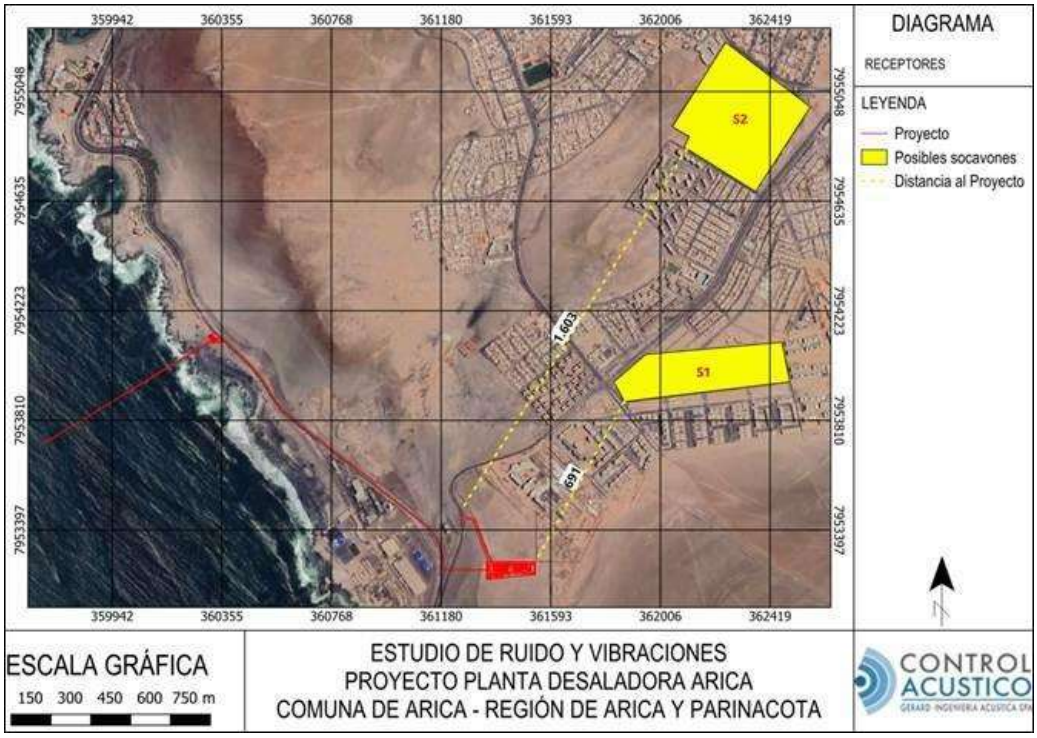
supuesto conservador para la propagación de vibraciones. La distancia mínima informada fue de 691 m para S1 y de 1.603 m para S2. Estas áreas no equivalen a un catastro oficial ni a la posición exacta de cada socavón; son polígonos preliminares utilizados para efectuar una primera evaluación técnica con la mejor información disponible. Por ello, las distancias y resultados deben atribuirse a esos puntos de referencia y no a todas las viviendas o cavidades existentes en Miramar, Miramar Sur o Los Miradores. (véase Adenda Complementaria, ICSARA Ciudadano parte 1, observación 10, pp. 63-65.)

Tabla. Puntos conservadores utilizados para responder la inquietud sobre socavones

Punto	Sector residencial de referencia	Distancia mínima informada al Proyecto	Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19 S	Alcance del antecedente
S1	Condominio Altos del Mar, intersección de San Ignacio de Loyola con Rafael Sotomayor	691 m	E 361.871; N 7.953.880	Área referencial; no corresponde a catastro oficial de cavidades
S2	Condominio Lomas de Miramar, calle Chiguayante	1.603 m	E 362.108; N 7.954.831	Área referencial; no corresponde a catastro oficial de cavidades

Fuente: Tabla 1, observación 10, ICSARA Ciudadano parte 1, Adenda Complementaria.

Figura. Ubicación referencial de sectores reportados con socavones y obras del Proyecto



Fuente: Figura 1, observación 10, ICSARA Ciudadano parte 1, Adenda Complementaria.

Condiciones geológicas y mecanismo de formación de socavones

Según se señala en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 94 Línea Base de Geología y Geomorfología, pp. 70-72 y 80-81, la caracterización geológica actualizada permite precisar que el área no presenta una sola condición de terreno. En el sector costero y de la PEAM existe un sustrato de lavas andesíticas de la Formación Camaraca, compacto en profundidad, aunque localmente fracturado y meteorizado en superficie. En cambio, las tuberías terrestres atraviesan depósitos eólicos y coluviales de piedemonte que presentan baja consolidación, alta salinidad, baja cohesión y tendencia a la disgregación superficial. La PTOI, la PEAP y parte de los accesos se emplazan sobre depósitos aluviales antiguos con mejor compactación.

Este antecedente confirma que la preocupación ciudadana sobre suelos salinos requiere una respuesta específica. Las escorrentías naturales significativas son poco probables por la hiperaridez y el carácter local y efímero de las redes de drenaje. Sin embargo, advierte expresamente que los depósitos semi o no consolidados con sales solubles pueden erosionarse si reciben agua, y que una rotura de matrices puede actuar como gatillante antrópico de socavamiento. Por tanto, el mecanismo relevante no es solo la vibración: también debe prevenirse la pérdida de agua, la erosión interna, el arrastre de finos y la inestabilidad de taludes intervenidos. (véase Adenda Complementaria, Anexo Obs. 94, pp. 72-81, especialmente Figura 37 y conclusiones.)

Figura. Tuberías proyectadas y redes locales de drenaje



Fuente: Figura 37c, Anexo Obs. 9.4 Línea Base de Geología y Geomorfología, Adenda Complementaria.

La Figura anterior confirma que la línea se inserta en un entorno previamente intervenido y próximo a drenajes locales. El estudio no reconoce evidencia de deslizamientos activos o antiguos que afecten directamente a las tuberías; sí identifica sectores puntuales de mayor susceptibilidad en taludes. En consecuencia, el riesgo no se aborda negando la condición salina del suelo, sino diseñando y construyendo las obras para que la tubería quede protegida, estable y sin generar aportes de agua al terreno.

Evaluación de vibraciones asociadas a las obras

El ruido se propaga principalmente por el aire; la vibración analizada para esta inquietud se transmite por el terreno y se expresa mediante la velocidad pico de partícula o PPV. Para maquinaria continua se aplicó la metodología FTA *Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*, utilizando como fuente representativa el rodillo vibratorio. Para tronaduras se aplicó la expresión del estándar AS 2187.2-2006, que relaciona la PPV con la carga por retardo y la distancia. (véase Adenda Complementaria, Anexo Obs. 16, pp. 12-18 y 32-35.)

En la evaluación de maquinaria se adoptó 0,12 in/s como criterio de daño para edificios muy susceptibles a vibraciones, categoría IV de la FTA. Para tronaduras se utilizó 3 mm/s, correspondiente a la línea más restrictiva de DIN 4150-3 para estructuras particularmente sensibles y de gran valor intrínseco. Ambos criterios son deliberadamente conservadores. También debe precisarse que son umbrales preventivos de daño estructural; no son umbrales específicos de formación de socavones. Su utilidad consiste en demostrar que la energía vibratoria que alcanzaría los sectores de referencia es baja según se detalla en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 16, Tablas 8 y 10, pp. 13 y 15.

Tabla. Resultados conservadores de vibración para los sectores S1 y S2

Fuente	Punto	Distancia	PPV proyectada	Criterio conservador	Resultado y margen
Rodillo vibratorio	S1	691 m	< 0,01 in/s (< 0,254 mm/s)	0,12 in/s (3,048 mm/s)	Cumple; al menos 12 veces menor que el criterio
Rodillo vibratorio	S2	1.603 m	< 0,01 in/s (< 0,254 mm/s)	0,12 in/s (3,048 mm/s)	Cumple; al menos 12 veces menor que el criterio
Tronadura, 20,1 kg por retardo	S1	1.505 m	0,10 mm/s	3 mm/s	Cumple; 30 veces menor que el criterio
Tronadura, 20,1 kg por retardo	S2	1.894 m	0,07 mm/s	3 mm/s	Cumple; aproximadamente 43 veces menor

Fuente: Unión de Tablas 2 y 3, observación 10, ICSARA Ciudadano parte 1, Adenda Complementaria.

Los valores de maquinaria representan menos del 8,4 % del umbral FTA, mientras que las tronaduras representan aproximadamente 3,3 % y 2,3 % del criterio DIN conservador en S1 y S2, respectivamente. Esta diferencia, sumada a las distancias de 691 a 1.894 m, permite descartar razonablemente que las vibraciones proyectadas produzcan daño estructural en esos puntos o actúen como un gatillante material de los socavones reportados. La conclusión se circunscribe a los puntos y parámetros modelados y supone la ejecución de las obras conforme al diseño y a las medidas de control evaluadas.

El estudio acústico y vibratorio general del Proyecto también evaluó receptores mucho más próximos. Con medidas de control, los valores proyectados para maquinaria se mantienen bajo los criterios de daño y molestia; cuando existen receptores cercanos se contempla un rodillo vibratorio de menor tamaño

dentro del radio definido por el estudio. Este antecedente refuerza la evaluación específica de S1 y S2, que se ubican a distancias sustancialmente mayores según se señala en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 16, secciones 8.2 y 9.2, pp. 78-87.

Controles de diseño construcción operación y comunicación

La baja vibración modelada no reemplaza los controles constructivos. Debido a la condición salina y a la posibilidad de erosión por agua, los siguientes elementos del expediente son relevantes para evitar que la obra altere la estabilidad local del terreno:

1. La ruta de los ductos se define antes de excavar y las zanjas deben seguir el trazado planificado, con capas de protección, recubrimiento y relleno conforme a procedimientos de compactación.

2. Las conexiones mecánicas deben asegurar alineamiento, fijación, sellado e integridad estructural; antes de la puesta en servicio se contemplan pruebas preliminares de las conexiones. Para los tramos marinos se agregan pruebas no destructivas de soldaduras y pruebas hidrostáticas de resistencia y estanqueidad.

3. La impulsión de agua de mar incorpora un sistema antiariete para evitar sobrepresiones y rotura de la tubería ante cortes de energía, además de flujómetros magnéticos para control operacional.

4. El estudio geológico recomienda revestimiento adecuado y obras de control contra erosión y socavación en depósitos semi o no consolidados, además de contención y estabilización antes de intervenir taludes o pendientes pronunciadas.

5. Las tronaduras consideran tiros de prueba de baja carga, revisión de la roca y ajuste de la grilla, carga y esquema de detonación para cumplir las restricciones ambientales. La evaluación específica utiliza una carga conservadora de 20,1 kg por retardo y las distancias más próximas de los sectores de referencia.

6. El Plan de Contingencias y Emergencias actualizado contempla programas de vigilancia y mantenimiento preventivo de unidades críticas y la detención de la operación ante una falla o rotura que pueda provocar liberaciones. Para una liberación de salmuera se dispone la suspensión de la descarga, corrección de la falla, contención, limpieza, monitoreo y reporte a la autoridad.

Estos controles se encuentran descritos en el EIA, Capítulo 1 Descripción del Proyecto, numerales 1.4.2.2, 1.5.1.1 y 1.5.2.8, pp. 1.57-1.59, 1.92-1.93 y 1.105-1.108; en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 94, pp. 80-81; y en la Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8 Plan de Contingencias y Emergencias, pp. 8.22-8.24 y 8.51-8.53.

En materia de relación con la comunidad, la Adenda Excepcional incorpora al protocolo de avisaje a juntas de vecinos y organizaciones de sectores cercanos, entre ellas Lomas de Miramar 1 y 2, Miradores del Pacífico y Villa Alto del Mar. El compromiso contempla entregar una actualización mensual de la

programación, comunicar reprogramaciones por los canales acordados y avisar las tronaduras con 72 horas de anticipación. Además, el Programa de Monitoreo Participativo General considera una plataforma en línea para recibir observaciones, fotografías y videos sobre el Proyecto o su emplazamiento. Estos mecanismos no sustituyen los controles técnicos, pero permiten registrar y atender oportunamente cualquier situación percibida durante las obras según se señala en la Adenda Excepcional, Cuadros 3.53, 3.58 y 7.3, pp. 222-225, 246-249 y 294-297; y Programa de Monitoreo Participativo General, pp. 250-253.

Con los antecedentes disponibles, no se prevé que la construcción u operación del Proyecto genere, reactive o agrande los socavones reportados en los sectores residenciales considerados. Esta conclusión se apoya en cuatro elementos concurrentes: (i) el trazado evaluado y soterrado de las conducciones; (ii) la separación entre las obras y los puntos residenciales conservadores; (iii) los resultados de PPV, que se mantienen con amplios márgenes bajo criterios internacionales de daño estructural; y (iv) las medidas de ingeniería destinadas a proteger la tubería, controlar sobrepresiones, asegurar la estanqueidad y estabilizar sectores susceptibles.

La conclusión no desconoce la condición del terreno ni atribuye una causa a los socavones existentes. El expediente reconoce que los depósitos salinos poco consolidados pueden erosionarse si reciben agua y que una rotura de matrices puede actuar como gatillante. Precisamente por ello, el fundamento correcto no es afirmar que el terreno carece de riesgo, sino demostrar que el Proyecto incorpora un trazado definido, obras soterradas, protección y compactación de zanjas, control hidráulico, recomendaciones geotécnicas y planes de contingencia que evitan introducir ese mecanismo de afectación.

Finalmente, como las áreas S1 y S2 son referenciales y no constituyen un catastro oficial de cada socavón, la conclusión técnica debe aplicarse al trazado y a los puntos evaluados. Si durante la ingeniería de detalle o la ejecución se identifica una cavidad, pérdida de agua, erosión, asentamiento o inestabilidad no prevista en la franja de obras, corresponde detener la intervención local, verificar la condición del terreno y aplicar las medidas de estabilización y contingencia pertinentes antes de continuar. Esta precisión mantiene la respuesta coherente con la caracterización geológica actualizada y evita extender la modelación más allá de su alcance real.

Observación N° 11:

El lugar donde actualmente se ubican 1 estanque y tuberías de la empresa aguas del altiplano: Actualmente, el estanque que pertenece a Aguas del Altiplano presento socavones en el cerro y filtraciones de agua en extensos terrenos descampados aledaños a las casas de las poblaciones Miramar y Miramar Sur, que son visibles y preocupan hace tiempo a los vecinos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la geotecnia y la ingeniería del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La evaluación del Proyecto debe considerar las condiciones del terreno en que se instalarán sus propias conducciones y la posibilidad de una fuga futura. El Anexo Obs. 9.4 Línea de Base de Geología y Geomorfología de la Adenda Complementaria, pp. 72 y 80, identifica depósitos eólicos y coluviales de baja consolidación y alta salinidad en parte del trazado de tuberías y reconoce que una rotura de matrices de agua puede originar escorrentía y socavación local. En contraste, sitúa la planta de ósmosis inversa y la planta elevadora de agua a potabilizar sobre sedimentos aluviales antiguos con mejor compactación. Por tanto, la estabilidad de los edificios y la susceptibilidad de cada tramo de conducción no pueden tratarse como una condición única para todo el sector.

Para las nuevas obras, el Plan de Emergencias y Contingencias actualizado del Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, pp. 8.35-8.36, establece inspección de puntos críticos, mantenimiento de bombas y válvulas, control de presiones y actuación ante roturas.

En relación con la posible generación, reactivación o agrandamiento de socavones por las obras del Proyecto, se analizan dos mecanismos distintos: las vibraciones de construcción y el ingreso de agua al terreno por una eventual fuga. El ruido se propaga principalmente por el aire, mientras que la vibración se transmite por el suelo; por eso el estudio acústico utiliza la velocidad pico de partícula para evaluar esta última. No obstante, las vibraciones no son el único mecanismo de interacción con el subsuelo: la susceptibilidad a erosión por agua está reconocida expresamente en el Anexo Obs. 9.4 de la Adenda Complementaria, p. 72.

Para la evaluación complementaria de vibraciones se identificaron de manera referencial sectores donde se habían reportado problemas de socavones, utilizando antecedentes públicos y de prensa. Se consideró la Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa, PTOI, con el receptor Altos del Mar (S1), y el camino de acceso con el receptor Lomas de Miramar (S2). La siguiente figura muestra la ubicación de posibles socavones:

Figura. Ubicación de posibles socavones.



Fuente: Figura 1, observación 10, ICSARA Ciudadano parte 1, Adenda Complementaria.

La velocidad pico de partícula, PPV, expresa la máxima velocidad de movimiento de una partícula del terreno durante una vibración. Permite comparar la exposición estimada de un receptor con criterios de daño por vibración. Su valor depende, entre otros parámetros del modelo, de la fuente y la distancia. No mide directamente la pérdida de material por una filtración ni el tamaño de una cavidad. El Anexo Obs. 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria, numerales 5.4.1 y 5.4.2, distingue las metodologías para maquinaria y tronaduras.

Para maquinaria pesada se utilizó la metodología del manual *Transit Noise and Vibration Impact Assessment* de la FTA, descrita en el numeral 5.4.1 del Anexo Obs. 1.6., la respuesta complementaria selecciona el rodillo vibratorio como el equipo de mayor vibración continua considerado para estos puntos.

Para tronaduras se utilizó el método de AS 2187.2-2006, descrito en el numeral 5.4.2 del mismo Anexo, aplicable a vibraciones impulsivas. La estimación depende de la carga de explosivo y de la distancia entre la fuente y el receptor; el estudio incorpora una carga máxima de 20,1 kg para el escenario presentado.

Análisis de maquinaria pesada rodillo vibratorio:

La proyección se contrastó con el criterio de referencia de 0,12 in/s utilizado para la categoría de edificación más restrictiva de la guía aplicada. Se trata de una referencia para posibles daños en construcciones sensibles, incluidos elementos no estructurales; no constituye un umbral de formación de socavones ni una norma de estabilidad de suelos salinos. Los resultados informados fueron inferiores a 0,01 in/s en ambos puntos, como muestra la siguiente tabla:.

Tabla 2: Proyección de PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada.

Obra	Receptor más cercano	Maquinaria	Distancia [m]	Distancia* [ft]	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
PTOI	S1	Rodillo vibratorio	691	2.267	< 0,01	0,12	Cumple
PEAM	S2	Rodillo vibratorio	1.603	5.259	< 0,01	0,12	Cumple
*Valor aproximado al entero más cercano.							

Fuente: Respuesta del Titular a la observación 11, Tabla 2, Adenda Complementaria.

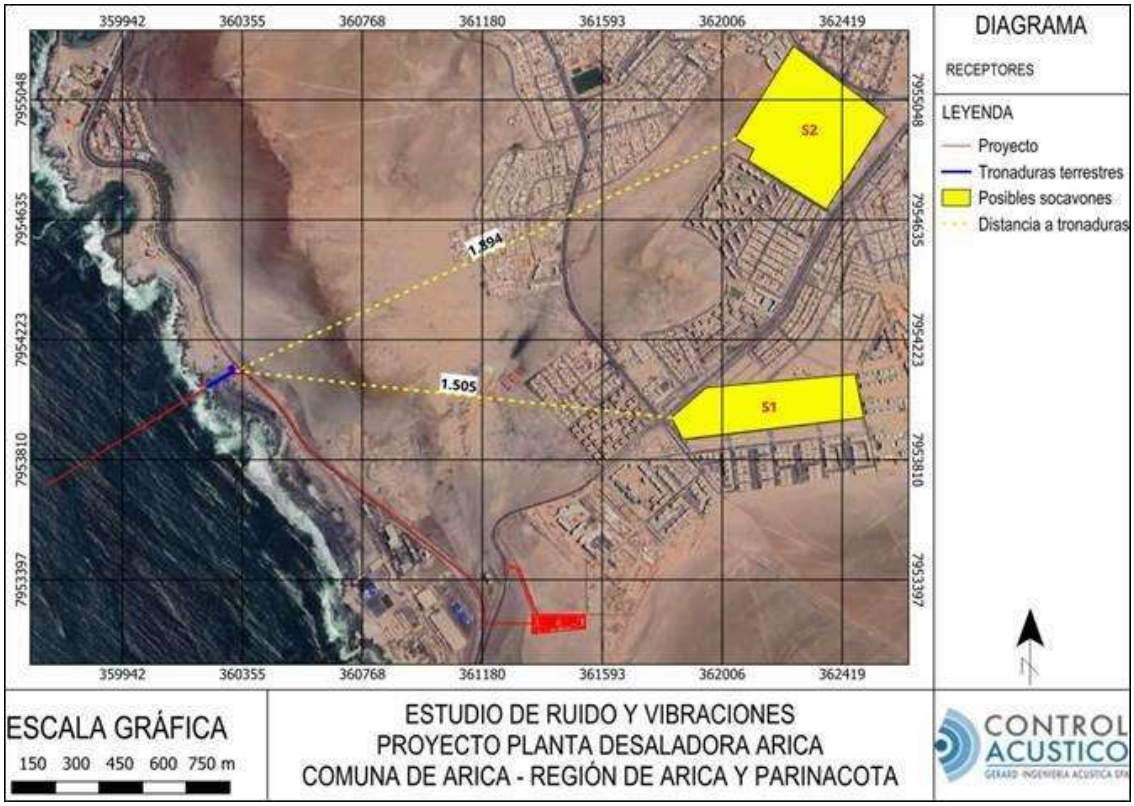
Los valores reportados son inferiores al criterio aplicado y apoyan la conclusión de bajo potencial de daño por vibración de maquinaria en los dos receptores modelados. La conversión del resultado mantiene la desigualdad: una PPV menor que 0,01 in/s equivale a una PPV menor que 0,254 mm/s. No permite concluir, por sí sola, que cualquier filtración futura sería inocua o que las cavidades existentes no podrían evolucionar por causas hidráulicas o geotécnicas.

Análisis de Tronadura

Para las tronaduras se comparó la PPV proyectada con un criterio de 3 mm/s para construcciones particularmente sensibles, correspondiente a la línea 3 de DIN 4150-3. La predicción se realizó mediante AS 2187.2-2006. La siguiente figura muestra las distancias referenciales de los polígonos S1 y S2 a las

tronaduras terrestres; mientras que la siguiente tabla mantiene la carga, las distancias y los resultados del análisis complementario.

Figura. Distancia de socavones a tronaduras terrestres.



Fuente: Respuesta del Titular a la observación 11, Figura 2.

Tabla. Evaluación de cumplimiento para vibraciones por tronaduras.

Punto	Carga [kg]	Distancia tronadura, en [m]	PPV [mm/s]	Máximo según DIN 4150-3 [mm/s]	Evaluación
S1	20,1	1.505	0,10	3	Cumple
S2	20,1	1.894	0,07	3	Cumple

Fuente: Respuesta del Titular a la observación 11, Tabla 3.

Las PPV informadas, de 0,10 mm/s y 0,07 mm/s, se sitúan por debajo de la referencia de 3 mm/s. Las unidades de las dos evaluaciones son distintas, pero convertibles. Los resultados apoyan que las vibraciones de las tronaduras modeladas no alcanzarían el criterio de daño empleado en S1 y S2, bajo la carga y las distancias consideradas.

La conclusión acústica debe mantenerse separada de la evaluación del agua en suelos salinos. El Anexo Obs. 9.4 de la Adenda Complementaria, p. 72, reconoce la rotura de matrices como posible gatillante de erosión y socavación local en depósitos semi o no consolidados. En su capítulo 6, p. 80, recomienda revestimiento adecuado de tuberías y obras de control contra erosión y socavación, además de medidas de contención y estabilización en taludes antes de intervenir el camino de acceso. Estas recomendaciones

muestran que el riesgo se maneja con diseño y control del terreno, no solo con la atenuación de la vibración a distancia.

En las obras hidráulicas del Proyecto, el EIA, Capítulo 1, numeral 1.4.2.2, pp. 1.57-1.59, describe dos tuberías de impulsión de agua de mar, un dispositivo antiariete para limitar sobrepresiones asociadas a cortes de energía y flujómetros para control de caudal. Las pp. 1.106-1.108 contemplan cuidado de uniones y pruebas de resistencia y estanqueidad en las instalaciones correspondientes.

Si ocurre una pérdida de agua, el Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, ficha de rotura de ductos y fallas de válvulas, pp. 8.35-8.36, prevé activar el plan, evaluar la magnitud, controlar la fuga cerrando válvulas y deteniendo bombas cuando sea necesario, resguardar áreas cercanas, reparar y registrar daños y acciones. La revisión posterior debe comprobar las condiciones de seguridad antes de recuperar la operación. El plan también exige informar a las autoridades y a las partes interesadas, y mantener registros de inspección y mantenimiento.

En consecuencia, los antecedentes permiten separar tres asuntos: los daños preexistentes relatados por los vecinos, cuya causa particular no se determina en este EIA; las vibraciones de las nuevas obras, que resultan inferiores a los criterios usados en los receptores modelados; y las eventuales fugas del Proyecto, cuyo riesgo está reconocido y debe prevenirse y controlarse.

Respuesta Grupo Humano Pescadores artesanales y recolectores de orilla

1. Identificación del grupo humano

El Titular reconoce que en Playa Arenillas Negras existen pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla que utilizan el borde costero como espacio de trabajo, ingreso y abastecimiento. La caracterización no debe basarse únicamente en estadísticas regionales: la Adenda Excepcional, respuesta 3.1.7, pp. 67-68, incorpora entrevistas con el Sindicato de Pescadores Artesanales de Arica y el Sindicato de Buzos y Pescadores Artesanales de la Comuna de Arica, realizadas el 13 de junio de 2026. También reconoce la importancia de la extracción local para determinados usuarios, como precisa en las pp. 174-177.

El Registro Pesquero Artesanal de SERNAPESCA aporta información sobre personas formalmente inscritas, pero no reemplaza las entrevistas y la cartografía de uso del área. El hecho de que algunos integrantes trabajen en varios sectores del litoral permite caracterizar movilidad. La evaluación más reciente aclara expresamente que identificar áreas adicionales no supone considerarlas sustitutos equivalentes de Arenillas Negras, según la Adenda Excepcional, p. 175.

2. Caracterización del uso actual del área

El sector se utiliza como acceso al mar y área de trabajo, desde la orilla y mediante embarcaciones o buceo, según el recurso buscado y las condiciones del mar. La respuesta 3.1.7 de la Adenda Excepcional desarrolla la cartografía participativa y la relación de los usuarios con la disponibilidad de recursos. Las principales modalidades distinguidas son:

Pesca artesanal, mediante embarcaciones menores y otras prácticas registradas en la caracterización del grupo.

Buceo mariscador, para extraer recursos bentónicos en los sectores utilizados por los buzos.

Recolección de orilla, que corresponde a extracción manual en el borde litoral e intermareal y no debe confundirse con una actividad a 30 m de profundidad.

La respuesta original utiliza los veriles de 1 a 30 m y de 30 a 50 m para explicar la extensión de las actividades en la costa. Esos rangos describen la profundidad representada en la cartografía y pueden orientar la localización de ciertas faenas de buceo o pesca; no constituyen una delimitación exclusiva de usuarios, recursos o derechos de acceso. En particular, la recolección de orilla ocurre en la franja litoral e intermareal, mientras que la extracción a mayor profundidad requiere una modalidad distinta.

3. Análisis de interacción proyecto actividad pesquera y recolectora

La interacción debe evaluarse según el lugar, la duración y el tipo de obra. Durante la construcción corresponde examinar ocupación y controles temporales de acceso; durante la operación deben revisarse la captación, la presencia de la infraestructura y la descarga en el medio receptor. Los antecedentes actualizados reconocen que una restricción temporal puede tener efectos concretos sobre un usuario dependiente del sector, aun cuando no suprima toda la actividad pesquera regional.

3.1. Interacción durante la fase de construcción

La Adenda Excepcional, numerales 3.1.3 y 3.1.4 y síntesis de p. 177, diferencia el buffer de seguridad de obras marítimas y la evacuación puntual por tronaduras. Entre los meses 4 y 14 considera un buffer de 50 m a cada lado de las obras marítimas, de aproximadamente 7,55 ha y 745 m de longitud. Este control no es un cierre de toda Arenillas Negras, pero sí limita el acceso al espacio de trabajo durante el período indicado.

Para las cinco tronaduras submarinas, la superficie de evacuación alcanza aproximadamente 114,9 ha y 1.503,5 m de línea de costa. Se activa durante cada evento, de unos 20 minutos, con intervalo mínimo de tres semanas entre tronaduras, según la misma Adenda, p. 177. Al terminar el evento deja de operar esa área de evacuación; ello no significa que se levanten simultáneamente todos los demás controles asociados a obras en curso. Deben distinguirse las restricciones puntuales de cada tronadura del buffer que permanece durante la construcción marítima.

La disponibilidad del resto del litoral no basta para concluir que no existirá ninguna merma local. El análisis actualizado incorpora la dependencia económica de usuarios, cartografía participativa, mecanismos de avisaje y coordinación y una estimación del Titular de merma potencial de 0,05 a 0,29 %, según la Adenda Excepcional, respuesta 3.1.7 y p. 177. Esa cifra corresponde a su evaluación bajo los supuestos expuestos, no a una garantía individual de ingresos para cada pescador o recolector.

3.2. Interacción durante la fase de operación

Finalizadas las obras marítimas cesan los controles propios de esa construcción. La interacción ambiental, sin embargo, no se reduce al acceso: también incluye captación de agua de mar, presencia de tuberías y descarga de salmuera, que se controlan mediante el PVA actualizado del Anexo Obs. 5.4 de la Adenda Excepcional.

Debe distinguirse la salinidad de la salmuera antes de diluirse de la salinidad de la mezcla receptora. La Tabla 2-1 del Anexo Obs. 6.2 Modelo de la Descarga de Salmuera de la Adenda Complementaria, p. 15, utiliza 63,69 psu para el efluente, mientras que su apartado de acople de campo cercano y lejano, p. 35, informa salinidades basales de 34,95 y 34,87 psu y una máxima de 38,59 psu al término del campo cercano en el escenario presentado. Por ello, no es correcto identificar la salmuera sin diluir con un aumento uniforme de solo 5 % hasta 36,6: ese porcentaje corresponde a una referencia de exceso en el medio receptor y no a la concentración del rechazo de ósmosis.

El mismo modelo reconoce excesos superiores a 5 % en parte de la serie de campo cercano, antes de la dispersión posterior por la hidrodinámica ambiental. Esto exige interpretar la magnitud junto con la

localización, la duración de exposición y la mezcla, sin describir el incremento como idéntico en todo punto y momento.

Los bioensayos incorporados en el Anexo Obs. 1.3 PAS 115 de la Adenda Excepcional, pp. 7-10, informan LC50 de 40,60 psu a 48 horas para *Tisbe longicornis* y EC50 de 44,80 psu a 96 horas para *Isochrysis galbana*. Estos resultados corresponden, respectivamente, a mortalidad e inhibición del crecimiento en el 50 % de los organismos ensayados.

El PVA del Anexo Obs. 5.4, Cuadro 5.1, pp. 3-6, considera 22 estaciones de pluma salina y 19 de columna de agua, con monitoreo trimestral los dos primeros años y semestral los tres siguientes. Incluye seguimiento semestral del banco natural y de comunidades bentónicas, además de plancton, peces y fauna marina. La velocidad de succión se controla continuamente con un máximo de diseño de 0,15 m/s, y las cañerías de captación y descarga se inspeccionan anualmente. El período inicial es de al menos cinco años; luego su continuación o modificación se revisará con la autoridad competente.

4. Evaluación de los impactos

Durante la construcción existen restricciones localizadas y temporales que pueden afectar el acceso de usuarios a determinados sectores. La evaluación más reciente reconoce el banco natural de choro zapato, *Choromytilus chorus*, y la dependencia económica de personas que extraen recursos en Arenillas Negras, según la Adenda Excepcional, pp. 174-177.

Con la cartografía de las obras y sus tiempos de control, el Titular concluye que la magnitud prevista no configura una alteración significativa de los sistemas de vida de estos grupos bajo el escenario evaluado. Esa conclusión se fundamenta en las restricciones efectivamente delimitadas y en su análisis económico, y debe mantenerse vinculada a esos supuestos. La misma Adenda, p. 177, incorpora el CAV de apoyo en equipamiento para siete organizaciones de pesca; el Anexo Obs. 5.3, Cuadro 5.13, contempla monitoreo participativo con organizaciones interesadas.

En operación, la predicción de impactos del medio marino debe verificarse mediante el PVA y el control del efluente. Ante una rotura o liberación anómala, no puede trasladarse automáticamente la conclusión de la pluma normal a un punto de fuga diferente. El Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, pp. 8.52-8.53, prevé suspender temporalmente la descarga, corregir la falla y muestrear RILES, sedimentos y biota del área afectada, comparando con la línea de base.

5. Conclusión respecto a pescadores y recolectores

Se reconoce el uso de Arenillas Negras por pescadores, buzos y recolectores y la existencia de recursos de interés local. Durante la construcción habrá controles de acceso cuya superficie y duración se encuentran descritas en la Adenda Excepcional; al finalizar cada actividad cesará el control correspondiente, sin que ello implique desconocer otras obras simultáneas. El Titular evalúa esos efectos como no significativos en el escenario actualizado, con mecanismos de coordinación y seguimiento.

En operación no se contempla una exclusión general permanente del uso del mar, pero la captación y descarga requieren vigilancia ambiental y cumplimiento de las condiciones evaluadas. La salinidad del efluente concentrado, la de la pluma diluida y los resultados de toxicidad son antecedentes distintos que deben analizarse conjuntamente.

Observación N° 12:

Preocupa la información entregada por A. del altiplano de dinamitar el sector: En reunión del titular, aguas del altiplano con nuestros vecinos se nos dijo que se dinamitara el sector muy cerca de nuestras

casas que hoy se encuentran con socavones y quebraduras y hundimientos de piso producto de la mala instalación de los arranques de la misma empresa para la instalación de las tuberías

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la geotecnia y la ingeniería del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Proyecto sí contempla tronaduras controladas durante la fase de construcción, pero los antecedentes técnicos no indican una tronadura general del sector urbano ni la utilización de explosivos junto a las viviendas señaladas. Las tronaduras se concentran en el sector de la Planta Elevadora de Agua de Mar o PEAM y en las zanjas costeras de las tuberías de captación y descarga, donde existe roca que debe fragmentarse antes de excavar. También pueden requerirse para afloramientos rocosos puntuales del trazado submarino. Esta localización se describe en el EIA, Capítulo 1 Descripción del Proyecto, numeral 1.5.1.1 letra g, pp. 1.92-1.93, y numeral 1.5.2.8, pp. 1.105-1.108.

La intervención por tronaduras abarcaría aproximadamente 1.753 m², equivalentes al 4,5 % de una superficie rocosa total de 37.411 m², permaneciendo sin intervención el 95,5 % restante. Este dato sirve para dimensionar el carácter localizado de la excavación.

Ubicación y alcance de las tronaduras

La actualización del estudio de ruido y vibraciones desagrega las tronaduras del sector PEAM en cinco frentes: sala de bombas, sala eléctrica y zona de escaleras, y tres fases de zanja de tuberías. La mayor carga considerada es 20,1 kg por retardo en la fase 6 de la zanja. Con esa configuración, el área de influencia más extensa es de 294 m para ruido de tronaduras y de 66 m para vibraciones. Estas distancias son áreas de influencia ambiental calculadas con los criterios del estudio; no deben confundirse con la distancia a los sectores donde la comunidad reportó socavones, según lo presentado en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 16 Actualización Ruido y Vibraciones, sección 4.1, Tablas 11 y 12, pp. 16-18.

Tabla. Cargas máximas y áreas de influencia de las tronaduras del sector PEAM

Frente de tronadura	Carga por retardo	Área de influencia por ruido	Área de influencia por vibración
Sala de bombas	4,28 kg	175 m	31 m
Sala eléctrica y escaleras	3,33 kg	161 m	27 m
Zanja de tubería fase 4A	12,6 kg	252 m	53 m

Frente de tronadura	Carga por retardo	Área de influencia por ruido	Área de influencia por vibración
Zanja de tubería fase 5A	19,3 kg	290 m	65 m
Zanja de tubería fase 6	20,1 kg	294 m	66 m

Fuente: Unión de Tablas 11 y 12, Anexo Obs. 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones, Adenda Complementaria.

Para responder de forma específica a la preocupación por los socavones, el Titular definió dos áreas residenciales conservadoras a partir de reportes públicos: S1, asociado a Altos del Mar, y S2, asociado a Lomas de Miramar. Como los reportes no entregaban la ubicación exacta de cada cavidad, se utilizó el borde de cada polígono más cercano al Proyecto. Por ello, estos puntos son referencias preliminares para evaluar la propagación de vibraciones y no un catastro oficial de todos los socavones, viviendas dañadas o arranques de agua existentes según se señala en la Adenda Complementaria, ICSARA Ciudadano parte 1, observación 12, pp. 90-92.

Las distancias utilizadas para la maquinaria fueron 691 m entre la PTOI y S1 y 1.603 m entre el camino de acceso y S2. Para las tronaduras costeras, las distancias aumentan a 1.505 m para S1 y 1.894 m para S2. En ambos casos, las áreas residenciales de referencia se encuentran muy fuera de los radios máximos de 66 m para vibración y 294 m para ruido de tronaduras calculados en el estudio actualizado.

Resultados de vibración y márgenes de seguridad

El análisis distingue el ruido, que se transmite principalmente por el aire, de la vibración que se propaga por el terreno y se expresa mediante la velocidad pico de partícula o PPV. Para maquinaria se aplicó la metodología FTA *Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*, utilizando como fuente representativa un rodillo vibratorio. Para tronaduras se aplicó la ecuación de propagación del estándar AS 2187.2-2006, con constantes de sitio conservadoras y una carga máxima de 20,1 kg por retardo según lo señalado en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 16, secciones 3.2, 3.3.2 y 5.4, pp. 12-15 y 32-35.

En maquinaria se comparó la proyección con 0,12 in/s, umbral de daño de la categoría más sensible de la FTA. Para tronaduras se utilizó 3 mm/s, correspondiente a la línea más restrictiva de DIN 4150-3 para estructuras particularmente sensibles y de alto valor intrínseco. Estos son criterios preventivos de daño estructural; no son valores específicos de formación de socavones. Su utilidad en esta respuesta es demostrar que la energía vibratoria que alcanzaría los sectores residenciales de referencia es reducida, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla. Evaluación conservadora en los sectores residenciales de referencia

Fuente	Punto	Distancia	PPV proyectada	Criterio	Resultado
Rodillo vibratorio	S1	691 m	< 0,01 in/s	0,12 in/s	Cumple; al menos 12 veces menor

Fuente	Punto	Distancia	PPV proyectada	Criterio	Resultado
Rodillo vibratorio	S2	1.603 m	< 0,01 in/s	0,12 in/s	Cumple; al menos 12 veces menor
Tronadura 20,1 kg por retardo	S1	1.505 m	0,10 mm/s	3 mm/s	Cumple; 30 veces menor
Tronadura 20,1 kg por retardo	S2	1.894 m	0,07 mm/s	3 mm/s	Cumple; aproximadamente 43 veces menor

Fuente: Unión de Tablas 2 y 3, observación 10, ICSARA Ciudadano parte 1, Adenda Complementaria.

Los resultados muestran que la PPV de maquinaria representa menos del 8,4 % del criterio FTA. En las tronaduras, las proyecciones representan aproximadamente el 3,3 % del umbral DIN en S1 y el 2,3 % en S2. Por tanto, para los parámetros y distancias modelados, no se espera daño estructural por vibración en esos sectores ni una contribución material al inicio o crecimiento de los socavones reportados. La fase de operación tampoco contempla actividades que produzcan vibraciones relevantes, según la actualización del estudio.

Condición del terreno y causa de los socavones

Según se detalla en la Adenda Complementaria, Anexo Obs. 9.4 Línea Base de Geología y Geomorfología, pp. 70-72, la baja vibración calculada no permite afirmar que el terreno carezca de susceptibilidad. La línea de base geológica actualizada reconoce lavas andesíticas compactas en el sector costero, aunque localmente fracturadas y meteorizadas en superficie. También identifica, a lo largo de parte del trazado terrestre, depósitos eólicos y coluviales de baja consolidación, alta salinidad, baja cohesión y tendencia a la disgregación superficial.

El mismo estudio señala que las redes de drenaje natural son locales y efímeras y que la probabilidad de un flujo superficial natural significativo es nula a muy baja en un horizonte de 50 años. Sin embargo, advierte que una fuente de agua de origen antrópico, como la rotura de una matriz, puede erosionar depósitos semi o no consolidados con sales solubles y gatillar socavación.

El EIA describe dos tuberías de impulsión de agua de mar de HDPE de 500 mm, paralelas y enterradas en una zanja junto a la avenida Comandante San Martín por aproximadamente 1.451 m. La conducción terrestre de salmuera discurre paralela y alcanza aproximadamente 1.466 m entre la PTOI y la PEAM. En playa y rompiente las tuberías se proyectan enterradas a más de 2 m y lastradas con hormigón, según se señala en el EIA, Capítulo 1, numeral 1.4.2.2, pp. 1.57-1.59, y numeral 1.4.2.7.

Los puntos S1 y S2 fueron construidos a partir de antecedentes públicos, las vibraciones proyectadas del Proyecto son demasiado bajas para constituir un mecanismo razonablemente esperable de daño en los puntos evaluados, mientras que la prevención de fugas y erosión debe mantenerse como control independiente.

Medidas de prevención control y comunicación

Los antecedentes del Proyecto contemplan medidas que deben operar conjuntamente. Entre las medidas relevantes se encuentran las siguientes:

1. Antes de las tronaduras se realizarán tiros de prueba de baja carga. Sus resultados permitirán ajustar la grilla de perforación, la carga y el esquema de detonación a las características efectivamente observadas en la roca y a las restricciones ambientales.
2. Previo a cada disparo se aplicarán medidas de advertencia y control para impedir el acercamiento de personas, embarcaciones o animales a la zona de trabajo. El EIA define una zona de exclusión de 30 m de ancho centrada en el eje de cada tubería para las faenas de disparo y prevé evaluación continua conforme a las mediciones de vibración y onda de choque.
3. Cuando exista un receptor próximo a la maquinaria, el estudio actualizado dispone el uso de un rodillo vibratorio pequeño de 20,2 HP dentro de un radio de 40 m. Con esta medida, los valores proyectados permanecen bajo los criterios de daño y molestia.
4. Las zanjas deben seguir el trazado planificado. Las tuberías se protegen con capas de arena, se recubren y las zanjas se rellenan conforme a procedimientos de compactación. Las conexiones deben asegurar alineamiento, fijación, sellado, integridad y estanqueidad; antes de la puesta en servicio se contemplan pruebas preliminares.
5. La impulsión de agua de mar incorpora un sistema antiariete para evitar sobrepresiones y roturas ante cortes de energía, además de flujómetros magnéticos para el control operacional.
6. La línea de base geológica recomienda revestimiento adecuado y obras contra erosión y socavación en depósitos semi o no consolidados, además de medidas de contención y estabilización antes de intervenir taludes o pendientes pronunciadas.
7. El Plan de Contingencias y Emergencias actualizado dispone vigilancia y mantenimiento preventivo de unidades críticas. Ante una falla o rotura que provoque una liberación, corresponde detener la descarga, corregir la falla, contener y limpiar, monitorear y reportar a la autoridad.
8. La Adenda Excepcional incorpora a Lomas de Miramar 1 y 2, Miradores del Pacífico y Villa Alto del Mar en los protocolos de comunicación. Se consideran actualizaciones mensuales de la programación, comunicación de reprogramaciones y aviso de las tronaduras con 72 horas de anticipación. También se contempla una plataforma para recibir observaciones, fotografías y videos.

Conclusión

De acuerdo con el diseño y la evaluación actualizados, el Proyecto no contempla dinamitar junto a las viviendas señaladas. Las tronaduras se localizan en el sector costero de la PEAM y sus zanjas rocosas; su área de influencia vibratoria máxima se estimó en 66 m, mientras que los puntos residenciales conservadores empleados para esta observación se encuentran a 1.505 m y 1.894 m de las tronaduras. En esos puntos se proyectaron PPV de 0,10 y 0,07 mm/s, respectivamente, frente a un criterio conservador de 3 mm/s.

Por ello, no se prevé que la vibración producida por maquinaria o tronaduras genere daño estructural, reactive o agrande los socavones reportados en S1 y S2. Esta conclusión se limita al trazado, cargas, distancias y puntos modelados.

La respuesta se sustenta, además, en controles independientes de la vibración: tuberías terrestres enterradas, protección y compactación de zanjas, sellado y pruebas de integridad, sistema antiariete, vigilancia operacional, medidas de contingencia frente a roturas y recomendaciones geotécnicas contra erosión y socavación. Si durante la construcción se detecta una cavidad, pérdida de agua, asentamiento o inestabilidad no prevista en la franja de obras, la condición debe ser evaluada y estabilizada antes de continuar la intervención local.

Observación N° 13:

Contaminación y muerte de la fauna en arenillas negras: Ubicada entre o muy cerca de las mejores playas de Arica, se eliminarán desechos tóxicos y salmuera, con las consecuencias que se esperan: muerte de fauna, único sector donde se pescan lenguados y corvinas en Arica, donde se alimentan aves variadas de la pulga de mar es alto. Cercanía con las playas La Lisera y El Laucho donde el peligro de contaminación es alto.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

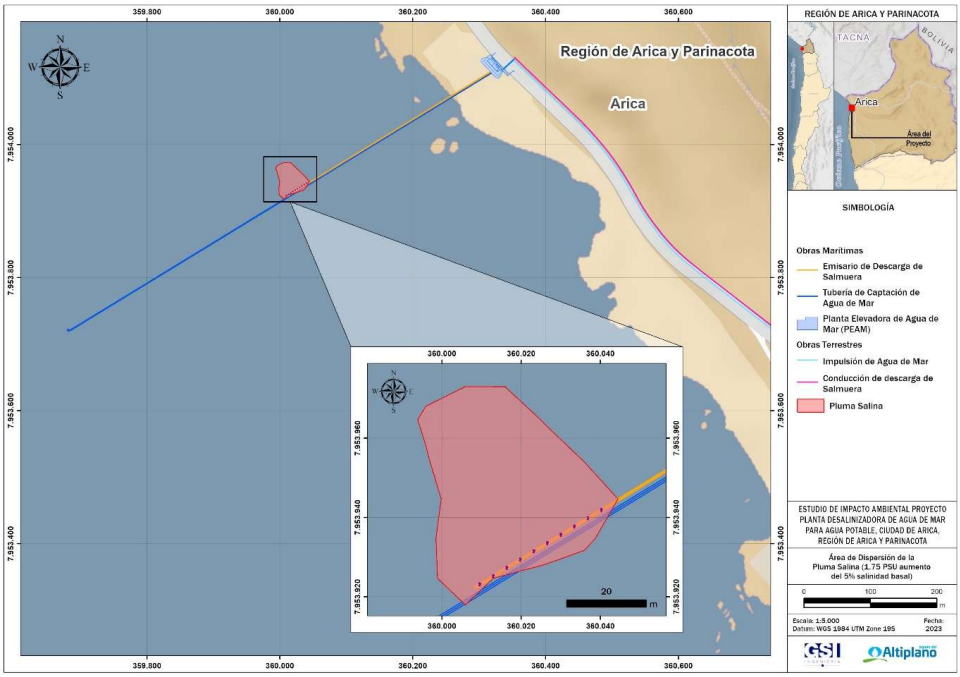
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

Considerando lo anterior, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En este sentido, no se estima un impacto significativo en los ecosistemas marinos debido a lo acotado del aumento de salinidad ni por la descarga de químicos, así como tampoco en las playas cercanas, entre las que se incluyen las playas La Lisera y El Laucho, en tanto no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto. Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna en el Anexo 7 de la Adenda Excepcional, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción. El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible.

6. Observante: Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales de Arica

Observación N° 14:

Identidad: Somos un sindicato de pescadores artesanales con una antigüedad de 85 años, pero de vida más de 100 años , que hemos trabajado en todos los caladeros históricos de la región de Arica y Parinacota, que lamentablemente donde quieren poner la planta desaladora.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación presenta al sindicato de pescadores artesanales que la formula, con una antigüedad de 85 años como organización y más de 100 años de vida, que ha trabajado en todos los caladeros históricos de la región de Arica y Parinacota, entre ellos el sector donde se emplazará la planta desalinizadora. Para responder, se presenta primero cómo la evaluación recogió la identidad y la historia de la pesca artesanal de Arica. Luego, cómo reconoció sus caladeros históricos y, en particular, el de Arenillas Negras. Finalmente, qué ocurre con el trabajo de los pescadores en ese sector durante las fases de construcción y de operación del Proyecto.

La identidad que plantea la observación forma parte de la caracterización del medio humano contenida en el expediente. Esa caracterización consigna que, a lo largo del siglo XX, la Caleta de Pescadores de Arica emergió como un núcleo social y cultural. En ella la pesca artesanal se configuró como actividad económica y también como práctica identitaria, que articulaba redes de parentesco, cooperación y memoria colectiva, y donde se reproducían saberes transmitidos oralmente y técnicas heredadas (Adenda Complementaria, p.172). Agrega que la pesca artesanal constituye una práctica socioproductiva de profundo arraigo histórico y cultural, cuyo conocimiento técnico y simbólico ha sido tradicionalmente transmitido mediante mecanismos de socialización familiar e intergeneracional (Adenda Complementaria, p.175). En Arenillas Negras, el expediente identifica siete organizaciones de pesca artesanal: el Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos Mariscadores a Pulmón y Auxiliares de Buzo, el Sindicato de Buzos y Pescadores de Orilla Conexos Perico, el Sindicato Hombres y Mujeres de Mar, el Sindicato de Trabajadores Independientes Buzos Mariscadores y Pescadores Artesanales de la Comuna de Arica, el Sindicato de Pescadores Artesanales Independientes, el Sindicato Trabajadores Independientes de Orilla y Recolectores y el Sindicato de Mujeres Pescadoras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220). La antigüedad y la trayectoria del sindicato que formula la observación se tienen presentes como parte de esa historia.

En cuanto a los caladeros históricos, las entrevistas a las organizaciones de pesca permitieron identificar las principales áreas de uso para la extracción de recursos hidrobiológicos en el litoral de Arica, es decir, de los organismos del mar que se aprovechan, como peces y mariscos. Las zonas de mayor relevancia se concentran desde el centro de la ciudad hacia el sector sur, donde confluyen condiciones de productividad biológica, accesibilidad y continuidad histórica del uso pesquero. Asimismo, Arenillas Negras fue descrita como un caladero histórico. Su importancia radica en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos y en la facilidad de acceso terrestre que ofrece a recolectores de orilla y buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón. Entre las especies mencionadas para el sector destacan el lenguado, el sargo, la corvina, el piure, el locate y la jaiba (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.207). Este levantamiento se complementó con una cartografía participativa, construida de manera conjunta con las organizaciones entrevistadas. Esa cartografía representa las áreas de extracción que forman parte de los espacios de uso tradicional y contemporáneo de la pesca artesanal en el litoral de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.208 y Figuras N°3.61 y N°3.62, pp.209-210).

Respecto del trabajo en el sector donde se emplazará el Proyecto, durante la fase de construcción las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla. Esta restricción fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Ese análisis reconoce también a esa playa como un punto de encuentro en torno al cual se articulan, entre otras, las organizaciones de pesca artesanal. Durante la construcción, las actividades que reúnen a estas organizaciones se mantienen en el mismo lugar, de modo que ese espacio de encuentro y los vínculos que se generan en torno a él se conservan. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21). En virtud de esa condición, el Titular deberá informar que cada restricción ha finalizado dentro de las 24 horas siguientes a su término, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y comunicar la siguiente con al menos cinco días de anticipación. Estos avisos se dirigen a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal, mediante comunicaciones verificables y afiches en sus sedes, se informan también a la Autoridad Marítima y se reportan trimestralmente a la Superintendencia del Medio

Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215). La torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). El emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244). Ese banco será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). El plan incluye el monitoreo de la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Así, los pescadores artesanales pueden seguir trabajando en el caladero de Arenillas Negras.

Sopesado lo anterior, la identidad y la historia que plantea el sindicato forman parte de la evaluación. El expediente reconoce a la pesca artesanal de Arica como una práctica de profundo arraigo histórico y cultural, transmitida entre generaciones, e identifica a las siete organizaciones de pesca vinculadas a Arenillas Negras. Las entrevistas describieron ese sector como un caladero histórico, y la cartografía participativa representó los espacios de uso tradicional y contemporáneo de la pesca artesanal en el litoral de Arica. Durante la construcción, la restricción de acceso corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo. En esa etapa el recurso se mantiene, la actividad extractiva puede continuar en la misma playa y el espacio de encuentro de las organizaciones se conserva, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, la PEAM

queda soterrada, la captación y la descarga se ubican fuera de la Zona de Protección Litoral y el acceso se mantiene libre. El Plan de Vigilancia Ambiental, exigible durante toda la operación, monitorea los peces y el banco de choro zapato.

Observación N° 15:

Caladeros históricos: Los pescadores artesanales han trabajado toda su vida en el sector, sacando recursos pesqueros tales como: bonito; cojinova, corvina, etc, no somos científicos en la materia, pero si somos conocedores de la mar por la experiencia y sabiduría que nos entrega nuestro trabajo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que los pescadores artesanales han trabajado toda su vida en el sector, del que extraen recursos como el bonito, la cojinova y la corvina, y que su conocimiento del mar proviene de la experiencia y la sabiduría que les entrega su trabajo. Para responder, se presenta cómo la evaluación recogió ese conocimiento y reconoce el sector como caladero histórico y, luego, qué ocurre con la pesca y con estos peces durante la fase de construcción y durante la fase de operación.

La evaluación del Proyecto recoge el conocimiento de los pescadores mediante entrevistas a las organizaciones de pesca artesanal y una cartografía participativa. Esta herramienta permitió construir, de manera conjunta con las organizaciones entrevistadas, una representación espacial de las áreas de extracción de recursos hidrobiológicos, es decir, los organismos del mar que se aprovechan, como peces y mariscos, identificando los sectores que forman parte de los espacios de uso tradicional y contemporáneo de la pesca artesanal en el litoral de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.208 y Figuras N°3.61 y N°3.62, pp.209-210). A partir de esos testimonios, Arenillas Negras fue descrita como un caladero histórico, cuya importancia radica en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos y en la facilidad de acceso, y entre las especies mencionadas para el sector destacan el lenguado, el sargo y la corvina (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.207). Los registros oficiales dan cuenta de ese uso: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en Arenillas Negras 0,474 toneladas de corvina y 0,712 toneladas de sargo, entre otras especies (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.13, p.198). Respecto de la corvina, el expediente consigna además que es una especie reconocida a nivel regional como relevante para las pesquerías artesanales, de acuerdo con investigaciones etnográficas (Adenda Complementaria, p.181).

El expediente registra también el saber práctico de quienes pescan en embarcaciones. Distingue a los boteros o falucheros, que operan embarcaciones pequeñas enfocadas en la pesca de consumo humano (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.205), y registra sus artes y especies. Entre ellas están las redes de monofilamento de 3,5 a 4 pulgadas, que se usan para capturar peces de roca y de orilla como el sargo, la cabrilla y la corvina. También están los peces de roca y pelágicos cercanos de interés, es decir, los peces que viven en la columna de agua, entre ellos la cojinoba y el jurel, y el bonito, que esta temporada tiene mayor salida (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.206). Entre las siete organizaciones de pesca artesanal identificadas se encuentra el Sindicato de Mujeres Pescadoras, que se dedica a la extracción pelágica (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220). De este modo, el conocimiento de los pescadores es una de las fuentes con que la evaluación caracterizó el sector.

Durante la fase de construcción, la pesca continúa, con una restricción temporal y parcial de acceso propia de las obras marítimas. La instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, de 7,55 hectáreas, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que las embarcaciones pueden rodear para llegar a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las cinco tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca bajo el agua, se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras. Tienen un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada una se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

En cuanto a los peces, la corvina es una especie móvil, que se desplaza a lo largo de la costa con movimientos diarios y estacionales que pueden abarcar varios kilómetros. Usa ambientes de plataforma somera, es decir, el fondo marino poco profundo cercano a la costa, generalmente entre 5 y 50 metros de profundidad, y libera sus huevos en la columna de agua, donde flotan, de modo que su reproducción es independiente del tipo de fondo (Adenda Complementaria, p.181). Durante las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire que rodea el sector rocoso que se detona y que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

Durante la construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca para la organización o sus socios (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp. 7.24-7.26).

Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215). La torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). El emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, y su punto de descarga, a 10 metros de profundidad, también está fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La captación opera con una velocidad de succión inferior a 0,15 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62). Esa velocidad es menor que la velocidad de nado de los peces costeros, que va de 0,3 a 0,5 metros por segundo en peces pequeños, de 10 a 20 centímetros, y de 0,5 a 1,2 metros por segundo en peces de tamaño medio, de 20 a 40 centímetros, lo que les permite alejarse activamente de la zona de captación (Adenda 1, p.53).

Estas condiciones se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación. El plan incluye el monitoreo de la salinidad en 22 estaciones, de la fauna íctica, es decir, los peces, y de las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, además del monitoreo semestral de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o sus parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Concluidas las obras, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante la construcción (Adenda Complementaria, p.314). De este modo, los pescadores artesanales pueden seguir trabajando en su caladero histórico.

Por todo lo anterior, el conocimiento que los pescadores artesanales han construido con su trabajo forma parte de la evaluación. Las entrevistas y la cartografía participativa describieron a Arenillas Negras como un caladero histórico, con sus especies y artes de pesca, y los registros oficiales dan cuenta de la extracción de corvina y sargo en el sector. Durante la construcción, la pesca continúa: el buffer de seguridad es temporal y puede rodearse en embarcación, y las tronaduras submarinas significan evacuaciones avisadas de 20 minutos en el mar, con cortina de burbujas y tiros falsos previos. En esa etapa rigen, además, el apoyo en equipamiento para las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición de avisaje que establece esta Dirección Regional. En la operación, la captación funciona a una velocidad menor que la de nado de los peces, un Plan de Vigilancia Ambiental que incluye el monitoreo de los peces rige durante toda la operación y el acceso al sector es libre, de modo que la pesca artesanal puede seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

Observación N° 16:

Planta Desaladora: Con todas las reuniones que se han tenido, nosotros como pescadores artesanales y principales actores no quedamos conforme con las respuestas que nos han entregado porque son antinaturales, ya que desechar sal al mar significara colocar el sector salino, siendo lo más malo para los cardúmenes que habitan en ese sector. (transitan).

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que, tras las reuniones sostenidas, los pescadores artesanales se mantienen disconformes con las respuestas recibidas, porque consideran antinatural devolver sal al mar, lo que, según plantea, volvería salino el sector y sería perjudicial para los cardúmenes que habitan y transitan por él. Para responder, se señalan las reuniones registradas en el expediente y se presenta qué es la salmuera y cómo se descarga, incluidos los productos químicos que utiliza la planta, cuánto cambia la salinidad del mar y en qué espacio, qué peces habitan y transitan por el sector, qué ocurre con ellos frente a la descarga y la captación de agua de mar, y cómo se verifica todo ello durante la operación.

Respecto de las reuniones, el expediente registra las actividades de socialización desarrolladas con las organizaciones de pesca artesanal (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.19, p.221). En cuanto a la descarga, la salmuera es el agua que el Proyecto devuelve al mar después de extraer el agua dulce. Está compuesta principalmente por agua de mar concentrada en sales y está libre de sustancias tóxicas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). La única descarga del Proyecto corresponde a la salmuera resultante del proceso de desalación, libre de sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56). Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de

pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La descarga cumplirá los límites de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

La salmuera sale por el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso. El emisario va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, Cuadro N°1.48, p.1.80). Descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). La descarga se realiza a través de 8 difusores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), es decir, salidas por donde se libera la salmuera, distribuidas cada 4 metros en los últimos 40 metros del emisario (Adenda Complementaria, p.804).

En cuanto a la salinidad del sector, la salinidad natural del mar en Arenillas Negras es de 34,87 a 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). Con la operación de la planta, el aumento promedio de salinidad queda bajo el 1% respecto de esa salinidad natural, estable en los 12 años simulados, entre 2012 y 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). En la condición más exigente modelada, el exceso máximo es de 3,98 psu, un 11,39% sobre la salinidad natural, y se concentra junto a la descarga: a 1,18 metros de distancia el exceso baja al 10% y a 2,13 metros baja al 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). En el 68% de los escenarios evaluados, el exceso queda bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). De este modo, el sector mantiene una salinidad cercana a la natural fuera del entorno inmediato del punto de descarga.

Sobre los peces que habitan y transitan por el sector, el expediente identificó 19 especies desembarcadas en Arica, entre las cuales la anchoveta representa el 97,65% del total, seguida por la caballa, el jurel y el bonito (Adenda 1, Cuadro N°5.8, p.257). En el área del Proyecto, la presencia de peces se manifestó principalmente a través de huevos y larvas, con registros asociados a eventos reproductivos estacionales de especies pelágicas, es decir, que viven en la columna de agua, como la sardina española y la anchoveta (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, p.3.21). La fauna íctica, es decir, los peces, presenta una elevada movilidad, con patrones de abundancia dominados por la variabilidad estacional y la disponibilidad de hábitat (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.12). La corvina, una de las especies de mayor valor comercial, es una especie móvil que se desplaza a lo largo de la costa y libera sus huevos en la columna de agua, donde flotan, de modo que su reproducción es independiente del tipo de fondo (Adenda Complementaria, p.181).

Respecto de la salinidad, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio realizadas sobre especies marinas representativas del área, un copépodo, es decir, un pequeño crustáceo del plancton que forma parte del alimento de los peces, y una microalga, determinaron que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a manifestarse a partir de una salinidad de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10).

Respecto de la captación de agua de mar, la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa (Adenda Complementaria, p.610), por debajo de la termoclina, es decir, la capa del mar donde la temperatura cambia bruscamente con la profundidad, lo que reduce el arrastre de organismos planctónicos, entre ellos huevos y larvas de peces (Adenda 1, p.50). La velocidad de succión se mantiene por debajo de 0,15 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62), menor que la velocidad de nado de los peces costeros, que va de 0,3 a 0,5 metros por segundo en peces pequeños, de 10 a 20 centímetros, y de 0,5 a 1,2 metros por segundo en peces de tamaño medio, de 20 a 40 centímetros, lo que les permite alejarse activamente de la zona de captación (Adenda 1, p.53). El arrastre de huevos y larvas se concentra en el primer metro alrededor del punto de captación, y más allá de esa distancia la mortalidad por succión es inferior a la mortalidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62).

Para dimensionar el efecto de la captación sobre las poblaciones de peces, el expediente aplicó el análisis de Pérdida de Adulto Equivalente, que estima cuántos ejemplares adultos representaría la cantidad de huevos y larvas captados con el agua, a partir de un muestreo de huevos y larvas realizado en febrero de 2025 y considerando la operación a plena capacidad (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.63). El análisis se desarrolló para la anchoveta, con una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales; la caballa, con 0,27 toneladas; la sardina común, con 0,0005 toneladas; y el loco, con 0,0003 toneladas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). Para la anchoveta, cuyo desembarque regional alcanzó 93.225 toneladas en 2023, la pérdida mediana representa aproximadamente un 0,00046% de ese desembarque, e incluso el extremo superior del rango estimado, de 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%. Para la

caballa, el modelo asumió que la totalidad de sus huevos sobrevive hasta la fase larval, supuesto que aumenta la pérdida estimada, por lo que la pérdida efectiva podría ser inferior (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.64). Con estos antecedentes, el expediente concluye que la pérdida potencial presenta una magnitud marginal y que la captación de agua de mar no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.65).

En cuanto al ruido, durante la operación las obras marítimas quedan soterradas en el borde costero y el emisario y la tubería de captación quedan sumergidos en el fondo marino, por lo que su funcionamiento se mantiene libre de emisiones de ruido hacia la fauna marina (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.65). Durante la construcción, en las tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas bajo el agua para fragmentar roca, se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

Estas condiciones se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica. También monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, los organismos del mar que se aprovechan, como peces y mariscos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los peces se monitorean semestralmente mediante pesca submarina y vehículos submarinos operados a distancia (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.12), y el plan incluye además el análisis en laboratorio de muestras de zooplancton e ictioplancton, es decir, de huevos y larvas de peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.23). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En definitiva, el expediente registra las actividades de socialización con las organizaciones de pesca artesanal, y la salmuera que el Proyecto devuelve al mar es agua de mar concentrada en sales; los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas. Se descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL, a través de 8 difusores, con un aumento promedio de salinidad bajo el 1%, un exceso máximo que baja al 5% a 2,13 metros y una dispersión hacia sectores

alejados de la costa, de modo que el sector mantiene una salinidad cercana a la natural fuera del entorno inmediato de la descarga. Los peces que habitan y transitan por el sector, principalmente especies pelágicas como la anchoveta, presentan una elevada movilidad y nadan a una velocidad mayor que la de succión de la captación, ubicada bajo la termoclina; la pérdida estimada de anchoveta por la captación equivale a un 0,00046% del desembarque regional, y el expediente concluye que la captación no generará una afectación significativa sobre los recursos evaluados. Los efectos adversos observados en los bioensayos comienzan a partir de 40,54 psu, por sobre la salinidad que genera la descarga, y la operación se mantiene libre de emisiones de ruido hacia la fauna marina. El Plan de Vigilancia Ambiental, exigido por la Gobernación Marítima de Arica durante toda la operación, verifica la salinidad y monitorea en terreno los peces y sus huevos y larvas, y sus resultados se informan a la SMA.

Observación N° 17:

Corriente Marina: No solamente se contaminaría ese sector, sino que también el sector norte y sur, según el comportamiento de las corrientes marinas, ya tenemos la experiencia del dragado de años atrás que contamino el el fondo marino y hasta el día de hoy en ese sector no hay recursos marinos

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto al exceso de sedimento que podría arrastrar las corrientes marinas, según los antecedentes presentados en el proceso de evaluación, se descarta impacto significativo del proyecto dentro de este concepto.

Según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada informa que para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que para estas obras se desarrollará dragado del fondo marino, donde se extraerán y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de

excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

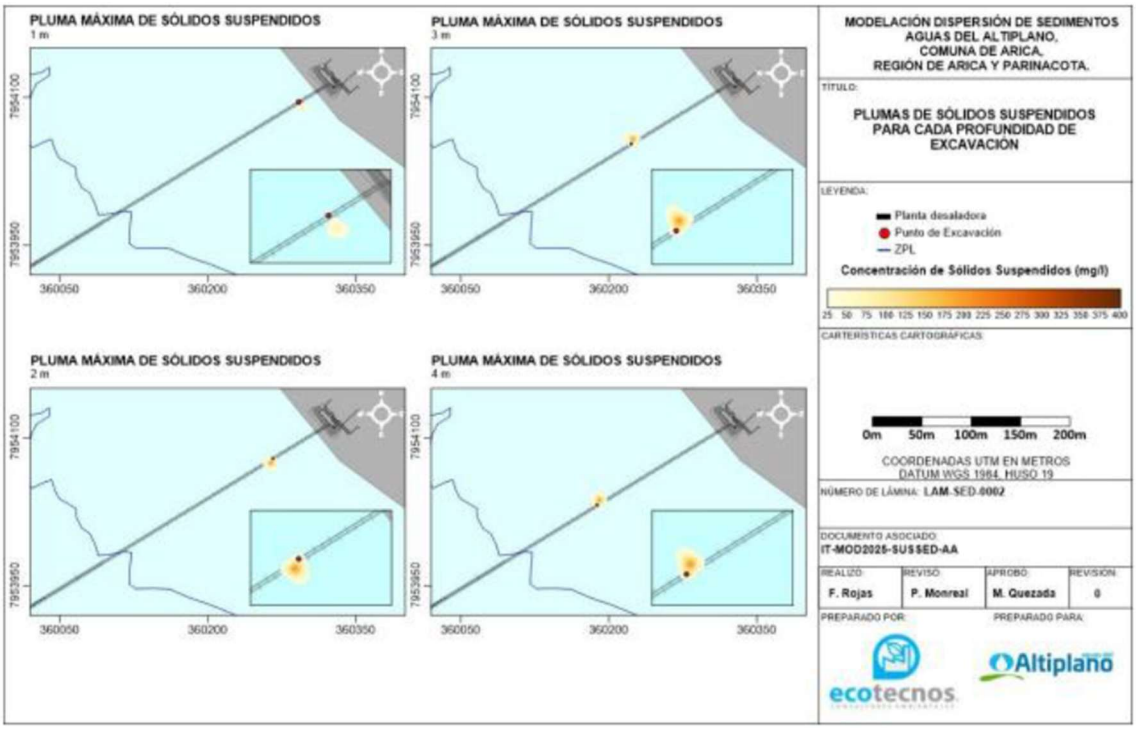
Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de

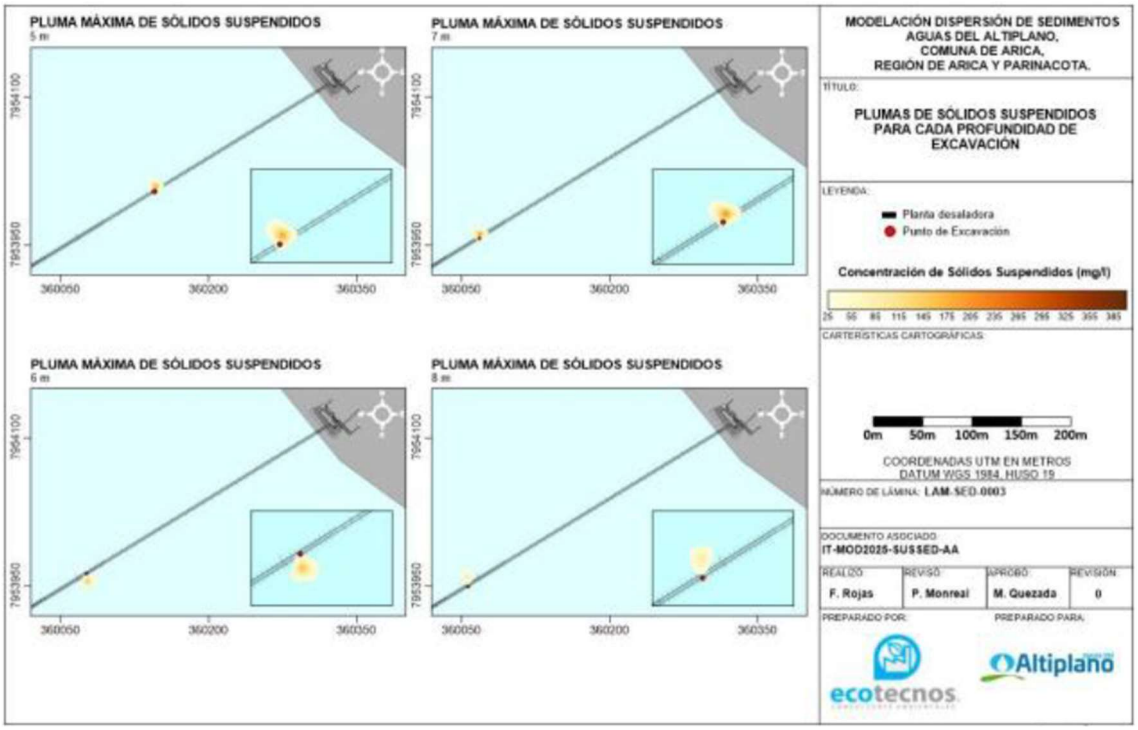
excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En el cuadro de la siguiente Tabla se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la

faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

7. Observante: Patricia Carolina Torres Basualdo

Observación N° 252:

Como residente de Arica desde hace once años, investigadora del patrimonio natural e inmaterial de la costa ariqueña, considero aberrante la construcción de una Planta Desalinizadora en el sector Arenillas Negras la cual de llegar a realizarse perjudicaría el trabajo de pescadores artesanales y buzos quienes por años han trabajado en ese sector, asimismo, perjudicaría la calidad de vida de la comunidad de la región, quienes también mantienen una relación por años con ese sector de la costa, donde tradicionalmente los, las y les ariqueñes visitan durante todo el año especialmente en verano.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada, se informa que, durante el proceso de evaluación, dada su importancia histórica, recreativa, productiva y deportiva para la comunidad ariqueña, el Titular se ha comprometido con la protección ambiental y conservación de la Playa Arenillas Negras, presentando una serie de medidas que permitan que el Proyecto no interfiera de manera negativa en este espacio vital. Al respecto, se informa que los estudios presentados por el Titular concluyen que no se generará un impacto significativo sobre el ecosistema de la zona ni sobre las actividades que se desarrollan en la playa. Las medidas de diseño y operación han sido diseñadas para prever cualquier posible efecto del Proyecto sobre su entorno y área de emplazamiento.

Junto con lo anterior, se informa que el Proyecto tiene un impacto espacial limitado. Durante la fase de construcción la planta elevadora de agua de mar ocupará solo un 2,8% de la superficie total de la playa, lo que significa que el 97,2% restante de Arenillas Negras se mantendrá completamente accesible para las actividades tradicionales de la comunidad, sin que se vea restringido el acceso, ni la recreación. Esta intervención será mínima y temporal, permitiendo que las personas continúen disfrutando de la playa durante todo el proceso.

En relación con la fase de operación, no se identifica una obstrucción al acceso, ya que la única área de acceso público vinculada al Proyecto es la playa Arenillas Negras. La infraestructura de las obras marítimas estará completamente soterrada, lo que impedirá que sea visible o perceptible para quienes visiten el sector, garantizando que el acceso a la playa no se verá afectado, como se muestra en la siguiente ilustración:

Imagen. Fotomontaje obras en playa Arenillas Negras – Fase de Operación.



Fuente: Imagen 1 del Anexo 15 Parte 13 de la Adenda Complementaria.

Tal como se puede ver en el fotomontaje anterior, las obras quedarán soterradas y, por lo tanto, no obstruirán el acceso a la playa.

Respecto de la consideración de las actividades productivas, el Titular ha presentado antecedentes acerca de estudios que han tenido en cuenta el uso estacional de la zona por parte de pescadores artesanales, buzos y mariscadores de orilla, que operan principalmente en el borde costero sur de Arenillas Negras, los que toman en cuenta las rutas de navegación, las zonas de recolección (Ver Anexo 3.28 de la Adenda), la calidad del agua (ver Capítulo 3.2 del EIA sobre hidrología) y la biodiversidad marina (ver Anexo 3.24 de la Adenda, en donde se presenta estudio de hábitat de relevancia para para chungungos y cetáceos), con medidas específicas para garantizar que la descarga de salmuera y las operaciones de la planta no afecten los recursos marinos ni comprometan la seguridad de los trabajadores en el mar.

En relación con el uso recreativo de la playa, se informa que la playa no será privatizada ni cerrada al público. Al respecto, se debe tener presente, durante la evaluación ambiental del Proyecto, lo siguiente:

1. Durante la construcción (23 meses), solo el 2,8% de la playa estará temporalmente intervenida.
2. Después de la construcción, la infraestructura será soterrada y la playa quedará disponible para su uso habitual.
3. El acceso a Arenillas Negras seguirá abierto para todas las actividades recreativas y deportivas.

Específicamente en relación con los Grupo Humanos en el sector de la Playa Arenillas Negras, en donde existen personas que utilizan la playa y el mar con fines deportivos y recreativos, principalmente para la práctica de surf y bodyboard, además de otras actividades vinculadas al baño y al uso recreativo del borde costero, de acuerdo con la información levantada por el Titular durante el proceso de evaluación ambiental, en este sector participan tanto deportistas que practican estas actividades de manera habitual como organizaciones y escuelas deportivas que desarrollan clases y actividades formativas, especialmente con niños, niñas y adolescentes.

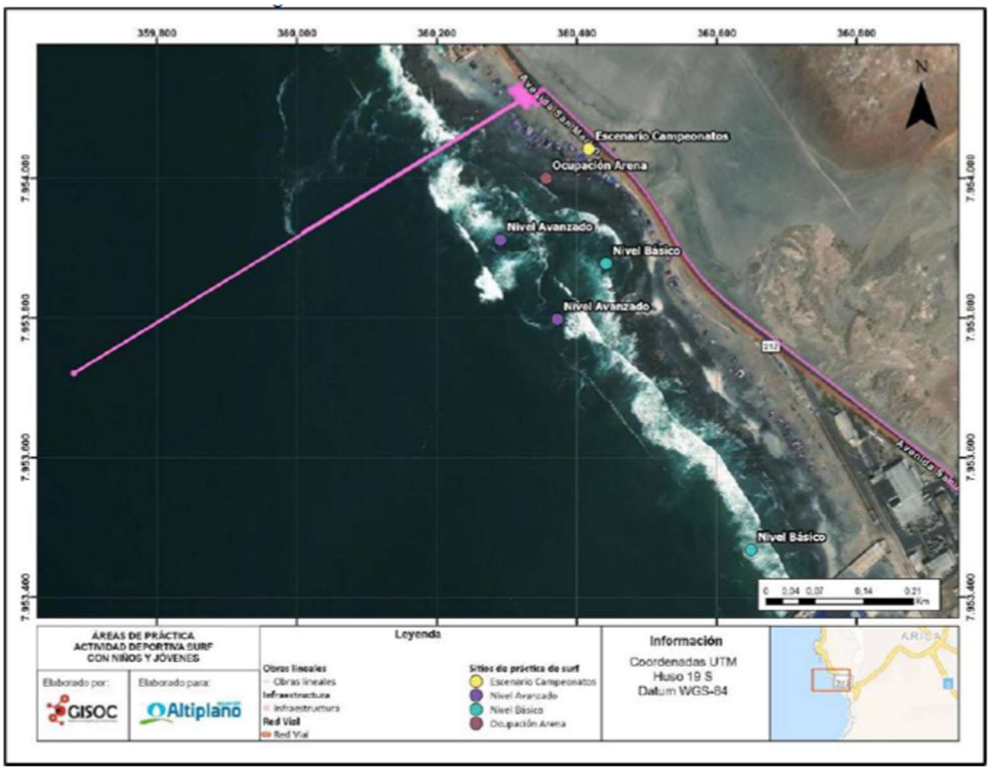
La información recopilada permitió identificar que en Arenillas Negras existe un uso deportivo del espacio costero asociado, principalmente, a la enseñanza y práctica del surf y del bodyboard, reconociéndose la presencia de clubes y agrupaciones que utilizan el sector para estos fines. En este contexto, Arenillas Negras no corresponde solo a una playa de uso libre, sino también a un espacio que es valorado por parte de la comunidad como lugar de aprendizaje, encuentro y práctica deportiva.

La caracterización del uso actual del área señala que el sector de Playa Arenillas Negras presenta un uso activo y permanente asociado a actividades deportivas y recreativas vinculadas al borde costero y al mar. A partir del levantamiento de información en terreno y del análisis del uso del área, se identifica que este espacio es utilizado de manera sistemática por distintos grupos de usuarios, configurando un patrón de ocupación bien definido tanto en términos espaciales como funcionales. El principal uso del área corresponde a la práctica de deportes acuáticos, destacando el surf y el bodyboard como las actividades predominantes. Estas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, donde las condiciones de oleaje permiten la ejecución de estas disciplinas. Se trata de un uso frecuente del espacio, con presencia de usuarios durante gran parte del año, intensificándose en horarios diurnos y en temporadas de mejores condiciones climáticas.

Asimismo, se identifica la presencia de actividades formativas asociadas a estas disciplinas, las cuales se desarrollan en sectores específicos de la playa donde las condiciones del mar son más adecuadas para la enseñanza. Estas actividades involucran a instructores y alumnos, incluyendo niños, niñas y adolescentes, consolidando el área como un espacio de aprendizaje y uso comunitario. De manera complementaria, el sector es utilizado para actividades recreativas, tales como baño, permanencia en la playa y uso general del borde costero. Este tipo de uso se concentra principalmente en la franja de arena y en sectores someros del mar, generando una diferenciación natural respecto de las zonas utilizadas para la práctica deportiva. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Apoyo en traslado de niños y adolescentes de escuelas de surf a sitios donde puedan desarrollar la actividad*" cuyo objetivo es "*garantizar la continuidad de la enseñanza del surf a niños y adolescentes de manera segura, a través del apoyo en el traslado de los alumnos de las escuelas Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro, durante dos periodos estivales*" (ver Cuadro 7.10 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Desde el punto de vista espacial, se observa una distribución clara del uso del área. En efeto, las actividades deportivas se concentran en la zona de oleaje, correspondiente a un sector superficial y cercano a la costa, mientras que las actividades recreativas de baño se desarrollan en sectores aún más próximos a la orilla. No se identifica un uso relevante asociado a actividades deportivas en sectores de mayor profundidad alejados del borde costero. Esta distribución se presenta en la siguiente Figura, en donde se identifican los sectores utilizados para la práctica de surf, incluyendo zonas diferenciadas por nivel (básico y avanzado), así como el área de ocupación en la zona de rompiente.

Figura. Área de desarrollo de actividades de enseñanza deportiva en Arenillas Negras.



Fuente: Figura 50 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

A partir de esta representación, se confirma que el uso deportivo del área se encuentra concentrado en la zona costera y superficial, sin extenderse hacia sectores más profundos del mar. Esta condición permite establecer una diferenciación espacial clara entre las áreas utilizadas por las personas y aquellas donde se emplazan las obras del proyecto. Finalmente, es relevante señalar que este patrón de uso responde a la dinámica propia del borde costero, donde las actividades deportivas y recreativas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente, en función de las condiciones de oleaje y la accesibilidad desde tierra.

En relación con el análisis de la interacción del Proyecto en las distintas fases del Proyecto con las actividades deportivas identificadas en el sector de Playa Arenillas Negras, así como la distribución espacial de dichas actividades en relación con las obras proyectadas, la caracterización del uso del área presentada por el Titular, indica que las actividades deportivas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa. Esta condición resulta clave para evaluar la interacción con el proyecto, dado que las obras y sus efectos se localizan en sectores diferenciados del medio marino.

Para la fase de construcción, las principales actividades del proyecto que podrían generar interacción con las actividades deportivas corresponden a la ejecución de obras marítimas, incluyendo la instalación de infraestructura en el borde costero y en el medio marino. Dichas actividades pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área, así como la intervención puntual del fondo marino en sectores específicos. En este contexto, la interacción con las actividades deportivas se relaciona principalmente con posibles restricciones temporales de acceso a

determinados sectores del mar durante la ejecución de las obras. No obstante, considerando la distribución espacial del uso del área, se observa que:

4. Las actividades deportivas se concentran en la zona de rompiente, cercana a la línea de costa.
5. Las obras marítimas se desarrollan en sectores acotados y de manera temporal.

En función de lo anterior, se informa que la interacción en la fase de construcción corresponde a una interferencia localizada y transitoria, limitada al período de ejecución de las obras, sin implicar una alteración permanente del uso deportivo del área. Asimismo, una vez finalizadas las obras, las condiciones del sector retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad de las actividades deportivas en la zona de rompiente.

En la fase de operación, el principal elemento a considerar es la descarga de salmuera al medio marino. En este caso, la salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar, la cual en el sector no supera los 35 g/L. Sin embargo, las características de esta descarga permiten establecer que no se genera interacción con las actividades deportivas, debido a los siguientes aspectos:

6. En primer lugar, la descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades de surf, bodyboard y baño, las cuales se concentran en la zona de rompiente.
7. En segundo lugar, debido a su mayor densidad, la salmuera tiende a mantenerse en capas más profundas del agua, favoreciendo su dispersión en el fondo marino y limitando su ascenso hacia la superficie.
8. Adicionalmente, la descarga considera un proceso de rápida dilución, lo que reduce significativamente la concentración de salinidad en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En este contexto, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de oleaje ni el área de uso recreativo, donde se concentran los deportistas. Asimismo, aun en un escenario conservador en que pudiesen existir pequeñas fracciones de agua mezclada en sectores más someros, la variación de salinidad es acotada y cercana a las condiciones naturales del mar, sin generar efectos adversos sobre las personas ni afectar el desarrollo de actividades recreativas. En consecuencia, la interacción del proyecto con las actividades deportivas en fase de operación es nula o no significativa, dado que existe una clara separación espacial entre la descarga y la zona de uso, junto con condiciones de dilución que impiden cualquier afectación en la superficie del mar.

A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y las actividades deportivas desarrolladas en el sector de Playa Arenillas Negras, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área por parte de deportistas se concentra en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa, lo que permite establecer una diferenciación espacial respecto de las áreas donde se desarrollan las obras y donde se produce la descarga de salmuera.

Durante la fase de construcción, los potenciales impactos se asocian principalmente a la ejecución de obras marítimas, las cuales pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área de intervención. En este contexto, el impacto identificado corresponde a una posible interferencia temporal en el uso del espacio marino, producto de restricciones de acceso a sectores puntuales durante el desarrollo de las obras. Sin embargo, este impacto presenta las siguientes características:

9. Es de carácter localizado, ya que las obras se desarrollan en sectores acotados del borde costero y del medio marino.
10. Es temporal, limitado exclusivamente al período de ejecución de las actividades constructivas.
11. No implica una alteración permanente de las condiciones del área ni de la dinámica del oleaje.

En consecuencia, el impacto sobre las actividades deportivas en fase de construcción se evalúa como no significativo, dado su carácter acotado en el espacio y en el tiempo.

En la fase de operación, el análisis se centra en la descarga de salmuera al medio marino. No obstante, considerando las características de esta descarga y la localización de las actividades deportivas, no se identifican impactos relevantes sobre los deportistas. En particular:

1. La descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades deportivas.
2. La salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la natural, la cual no supera los 35 g/L, por lo que la diferencia es acotada respecto de las condiciones del mar.
3. La mayor densidad de la salmuera favorece su permanencia en capas profundas, evitando su presencia en la superficie.
4. La rápida dilución reduce la concentración en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En función de estos antecedentes, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de rompiente ni el área de baño, por lo que no existe interacción con las actividades deportivas. Asimismo, la leve variación de salinidad no genera efectos adversos en las personas ni modifica las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades recreativas, como se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración. Comportamiento de la descarga vs la rompiente de las olas.



Fuente: ilustración 7 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre las actividades deportivas en fase de operación se evalúa como no significativo, dado que no se produce alteración del uso del área ni de las condiciones del medio que permitan su desarrollo.

A partir de los antecedentes presentados, se concluye que las actividades deportivas y recreativas que se desarrollan en el sector de Playa Arenillas Negras, como el surf, el bodyboard y el baño, podrán continuar realizándose de la misma forma que en la actualidad. Esto se explica porque estas actividades ocurren en la zona de las olas, muy cerca de la orilla, mientras que las obras del proyecto y la descarga de salmuera se ubican en sectores más profundos y alejados de la costa, sin coincidir con los espacios donde las personas practican deporte o se bañan.

Durante la fase de construcción, podría existir una interrupción momentánea en algunos sectores específicos, debido a la ejecución de las obras. Sin embargo, esta situación es temporal y acotada, y una vez terminados los trabajos, el mar vuelve a sus condiciones habituales, permitiendo retomar las actividades deportivas sin cambios.

En la fase de operación, la salmuera que se descarga al mar tiene una salinidad solo levemente mayor que la natural (alrededor de un 5% más), y además se dispersa en profundidad, sin subir hacia la superficie. Por esta razón, no llega a la zona de las olas ni a la orilla, que es donde se encuentran los deportistas y bañistas.

Por lo tanto, no se generan riesgos ni cambios en las condiciones del mar que puedan afectar a quienes utilizan la playa para actividades recreativas o deportivas.
Finalmente, en relación con el impacto sobre la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Ahora bien, el Titular reconoce que el proceso de ósmosis inversa devuelve al mar una proporción mayor de agua (aproximadamente 300 litros por segundo de cada 500 litros captados), pero señala además que, dicho proceso no es un error de diseño ni un exceso evitable, sino una condición propia del proceso de desalación mediante ósmosis inversa. En efecto, este tipo de plantas funciona separando el agua dulce de los minerales y sales presentes en el agua de mar. Como resultado, parte del agua extraída se convierte en agua apta para potabilizar, mientras que el resto, con una levemente mayor concentración de sales, se devuelve al mar en forma de salmuera. Esta proporción es característica de la tecnología de ósmosis inversa y es similar a la de otras plantas desalinizadoras en funcionamiento a nivel mundial.

El proceso de ósmosis inversa se basa en el principio de la presión osmótica del agua de mar. En condiciones naturales, el agua con menor concentración de sales tendería a moverse hacia el agua más salina para equilibrar las concentraciones, pero en la desalación se aplica presión para revertir este flujo natural, forzando el agua de mar a pasar a través de membranas semipermeables que retienen las sales y permiten el paso del agua dulce, por lo que este proceso no depende de la temperatura, sino únicamente de la presión aplicada. La temperatura del agua tratada no aumenta significativamente. De hecho, en una planta desalinizadora de ósmosis inversa, la salmuera puede aumentar su temperatura en un máximo de 1°C. Este leve aumento de temperatura no representa un impacto ambiental significativo, ya que la temperatura del océano varía naturalmente más de 1°C debido a fenómenos como las corrientes marinas, la radiación solar y los cambios estacionales.

El Titular señala en los estudios presentados de que existen otros procesos de desalación, como la destilación térmica (evaporación-flash, multiefecto o MED, y compresión de vapor o MVC), que sí requieren altas temperaturas para evaporar el agua y separar las sales. Estos procesos, al contrario de la ósmosis inversa, generan un aumento significativo de la temperatura en la corriente residual, pero no son la tecnología utilizada en este proyecto.

La salmuera es el agua residual que queda después del proceso de ósmosis inversa y contiene una concentración de sales levemente mayor en comparación con el agua de mar original. Si bien su concentración es más alta, esto no significa que sea tóxica ni que contenga contaminantes peligrosos. Además, cualquier químico utilizado en el proceso de pretratamiento del agua de mar (como antiincrustantes) se neutraliza en el proceso, dejando únicamente sales, minerales y agua en la salmuera, que son componentes naturales del océano. Para minimizar cualquier impacto en el ecosistema marino, se han implementado las siguientes estrategias:

1. La salmuera se descarga mediante un sistema de difusores que permite su dispersión inmediata en el mar.
2. Los difusores están diseñados para diluir rápidamente la salinidad al mezclar la salmuera con el agua circundante.
3. Gracias a este sistema, la concentración de sales vuelve rápidamente a los niveles normales del agua de mar, evitando la acumulación en un solo punto.

Además, se informa que estudios oceanográficos demostraron que las corrientes marinas y la renovación del agua favorecen la rápida dispersión de la salinidad. Estas condiciones aseguran que la salmuera no se concentre en un solo lugar ni afecte los ecosistemas marinos cercanos. La salmuera no se libera con una presión excesiva que pueda alterar el ecosistema marino, estableciéndose parámetros operacionales para regular la velocidad y presión de descarga, evitando efectos negativos en la fauna y flora del fondo marino.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

1. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:

2. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
3. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
4. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

8. Observante: Demis William Bahamondes Lequepi

Observación N° 253:

Adjunto en el anexo las observaciones que la empresa Sanitaria Aguas del Altiplano, afectaría a la ciudad, no contribuyendo al desarrollo sino más bien aportar más a la contaminación que tiene la ciudad. No le basta con tener un emisario en malas condiciones que cada vez incrementan sus deshechos al mar en el sector norte y ahora quieren terminar con la fauna marina del sector Sur. No es un desarrollo para nuestra ciudad, más bien esto provocara varios factores negativos a la sociedad y a la fauna marina. Varios países desarrollados no tienen como primera opción obtener agua del mar, porque esto provoca un mayor costo en el uso de energía. Como se menciona en la descripción del proyecto por la empresa sanitaria Aguas del Altiplano S. A. Arica tiene un borde costero bastante amplio para el desarrollo del Turismo y los distintos tipos de Deportes, no solo náuticos. Durante décadas la empresa "Sanitaria Aguas del Altiplano S. A." bota sus desechos de al Mar, sin preocuparse en la debida mantención que se debe realizar al emisario, que cada vez se va reflejando en la contaminación que provoca en las playas del sector norte. Este proyecto provocaría más daño, que desarrollo. Sus efectos negativos son: Provocar un cambio climático a la región. Terminar con la Fauna Marina el borde costero Sur y que cada vez seguiría avanzando por la naturaleza de las marejadas y cambios de dirección de sus corrientes. Terminar con los ingresos económicos de cientos de familias. Las empresas de Turismo se verían afectados por el deterioro que se provocaría al borde costero. Terminar con acceso al deporte al aire libre y el desarrollo del nivel deportivo. Un gran proyecto para el desarrollo de la ciudad es poder obtener agua del Aire y realizar una planta de tratamiento de aguas servidas o residuales. Esto último es la gran deuda que tiene la empresa Sanitaria Aguas del Altiplano S. A.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta acerca de los emisarios existentes y residuos que se generan, se informa que, efectivamente, en la actualidad en la zona existen emisarios submarinos que descargan efluentes al mar, generando una preocupación sobre la calidad del agua y la fauna marina. Sin embargo, en el caso de la salmuera que genera el Proyecto, éste es un residuo bien caracterizado y estandarizado. La salmuera tiene una composición de sales levemente más concentradas que el agua marina y es un subproducto común en las plantas de desalación. Para manejar cualquier posible efecto negativo, la planta ha implementado un sistema de descarga con difusores submarinos diseñados específicamente para dispersar la salmuera de manera controlada y segura, evitando que se concentre en un solo lugar. Este sistema asegura que la salmuera se diluya rápidamente en el mar, minimizando cualquier impacto ambiental.

La captación del agua de mar se realiza en una profundidad de 24 metros, donde no hay alta concentración de larvas ni organismos sensibles. Posteriormente la descarga se encuentra bien diluida y

la salmuera se devuelve al mar a través de un sistema de difusores submarinos diseñados para dispersarla rápidamente y evitar acumulaciones de salinidad en un solo lugar. La salmuera no contiene sustancias tóxicas, ya que los productos utilizados en el proceso son neutralizados antes de la descarga.

Respecto de la tubería del emisario submarino, que tendrá la función de transportar la salmuera de rechazo desde la PTOI hasta el punto de descarga en el mar, éste tiene una distancia de 367 metros y su punto de descarga ha sido diseñado considerando estar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La ZPL está fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, con el rigor de procedimientos y requerimientos necesarios para su determinación para aquellos proyectos que consideran descargar residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos, mediante emisarios submarinos, por lo que estos criterios son válidos para este proyecto (Circular de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Ordinario N° a-53/004).

Adicionalmente y con el fin de manejar la descarga de salmuera de rechazo, el Titular ha incorporado una serie de ocho (8) difusores que tienen el objetivo de generar una rápida y efectiva dispersión y dilución de la concentración salina. Esta tecnología se ubica espaciada a intervalos de 4 metros entre sí, en los últimos 40 metros del emisario. Asimismo, el diseño del Proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Ahora bien, es efectivo que la descarga se produce en un sector acotado de agua con mayor concentración de sales minerales. Sin embargo, durante el proceso se incorporarán tecnologías que son las encargadas de una rápida dispersión para que, posteriormente, exista dilución de esta concentración salina. Adicionalmente, el diseño del proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, contribuyen a generar esta dispersión.

Respecto de la consulta relativa al cambio climático, se informa que el Proyecto no genera emisiones atmosféricas significativas. La planta desalinizadora opera con un sistema que no emite gases de efecto invernadero en cantidades apreciables. En cuanto al mar y el ambiente, el proceso de desalación no provoca un aumento de la temperatura del agua ni afecta el entorno de manera significativa. La energía utilizada proviene de fuentes eficientes y se ha diseñado un sistema para optimizar su consumo, asegurando que el impacto en el cambio climático sea mínimo (ver Capítulo 3.15 Evolución de cambios climáticos en línea de base y Anexo 1.6 Consideraciones del Cambio Climático, ambos del EIA).

Acerca de la preocupación sobre el ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en

términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

5. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
6. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
7. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
8. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde

embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "*Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)*", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

1. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
2. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
3. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

1. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
2. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

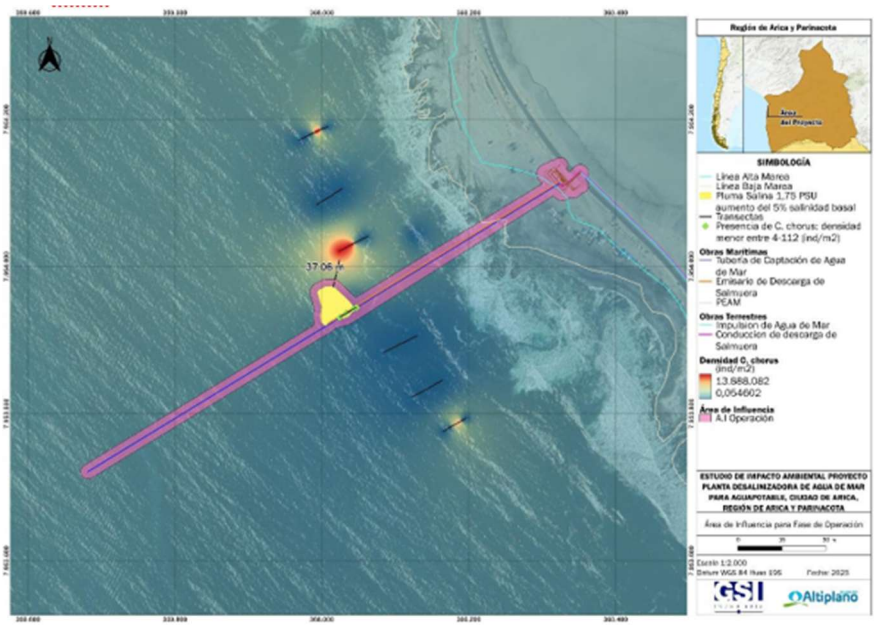
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración

relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

En relación con el uso recreativo de la playa, se informa que la playa no será privatizada ni cerrada al público. Al respecto, se debe tener presente, durante la evaluación ambiental del Proyecto, lo siguiente:

3. Durante la construcción (23 meses), solo el 2,8% de la playa estará temporalmente intervenida.
4. Después de la construcción, la infraestructura será soterrada y la playa quedará disponible para su uso habitual.
5. El acceso a Arenillas Negras seguirá abierto para todas las actividades recreativas y deportivas.

Específicamente en relación con los Grupo Humanos en el sector de la Playa Arenillas Negras, en donde existen personas que utilizan la playa y el mar con fines deportivos y recreativos, principalmente para la práctica de surf y bodyboard, además de otras actividades vinculadas al baño y al uso recreativo del borde costero, de acuerdo con la información levantada por el Titular durante el proceso de evaluación ambiental, en este sector participan tanto deportistas que practican estas actividades de manera habitual como organizaciones y escuelas deportivas que desarrollan clases y actividades formativas, especialmente con niños, niñas y adolescentes.

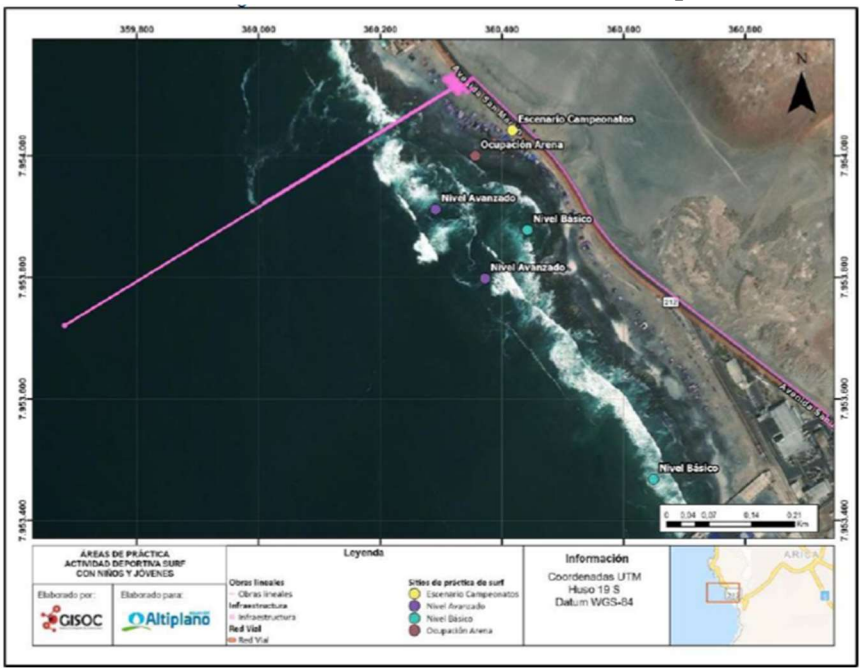
La información recopilada permitió identificar que en Arenillas Negras existe un uso deportivo del espacio costero asociado, principalmente, a la enseñanza y práctica del surf y del bodyboard, reconociéndose la presencia de clubes y agrupaciones que utilizan el sector para estos fines. En este contexto, Arenillas Negras no corresponde solo a una playa de uso libre, sino también a un espacio que es valorado por parte de la comunidad como lugar de aprendizaje, encuentro y práctica deportiva.

La caracterización del uso actual del área señala que el sector de Playa Arenillas Negras presenta un uso activo y permanente asociado a actividades deportivas y recreativas vinculadas al borde costero y al mar. A partir del levantamiento de información en terreno y del análisis del uso del área, se identifica que este espacio es utilizado de manera sistemática por distintos grupos de usuarios, configurando un patrón de ocupación bien definido tanto en términos espaciales como funcionales. El principal uso del área corresponde a la práctica de deportes acuáticos, destacando el surf y el bodyboard como las actividades predominantes. Estas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, donde las condiciones de oleaje permiten la ejecución de estas disciplinas. Se trata de un uso frecuente del espacio, con presencia de usuarios durante gran parte del año, intensificándose en horarios diurnos y en temporadas de mejores condiciones climáticas.

Asimismo, se identifica la presencia de actividades formativas asociadas a estas disciplinas, las cuales se desarrollan en sectores específicos de la playa donde las condiciones del mar son más adecuadas para la enseñanza. Estas actividades involucran a instructores y alumnos, incluyendo niños, niñas y adolescentes, consolidando el área como un espacio de aprendizaje y uso comunitario. De manera complementaria, el sector es utilizado para actividades recreativas, tales como baño, permanencia en la playa y uso general del borde costero. Este tipo de uso se concentra principalmente en la franja de arena y en sectores someros del mar, generando una diferenciación natural respecto de las zonas utilizadas para la práctica deportiva. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Apoyo en traslado de niños y adolescentes de escuelas de surf a sitios donde puedan desarrollar la actividad*" cuyo objetivo es "*garantizar la continuidad de la enseñanza del surf a niños y adolescentes de manera segura, a través del apoyo en el traslado de los alumnos de las escuelas Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro, durante dos periodos estivales*" (ver Cuadro 7.10 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Desde el punto de vista espacial, se observa una distribución clara del uso del área. En efeto, las actividades deportivas se concentran en la zona de oleaje, correspondiente a un sector superficial y cercano a la costa, mientras que las actividades recreativas de baño se desarrollan en sectores aún más próximos a la orilla. No se identifica un uso relevante asociado a actividades deportivas en sectores de mayor profundidad alejados del borde costero. Esta distribución se presenta en la siguiente Figura, en donde se identifican los sectores utilizados para la práctica de surf, incluyendo zonas diferenciadas por nivel (básico y avanzado), así como el área de ocupación en la zona de rompiente.

Figura. Área de desarrollo de actividades de enseñanza deportiva en Arenillas Negras.



Fuente: Figura 50 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

A partir de esta representación, se confirma que el uso deportivo del área se encuentra concentrado en la zona costera y superficial, sin extenderse hacia sectores más profundos del mar. Esta condición permite establecer una diferenciación espacial clara entre las áreas utilizadas por las personas y aquellas donde se emplazan las obras del proyecto. Finalmente, es relevante señalar que este patrón de uso responde a la dinámica propia del borde costero, donde las actividades deportivas y recreativas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente, en función de las condiciones de oleaje y la accesibilidad desde tierra.

En relación con el análisis de la interacción del Proyecto en las distintas fases del Proyecto con las actividades deportivas identificadas en el sector de Playa Arenillas Negras, así como la distribución espacial de dichas actividades en relación con las obras proyectadas, la caracterización del uso del área presentada por el Titular, indica que las actividades deportivas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa. Esta condición resulta clave para evaluar la interacción con el proyecto, dado que las obras y sus efectos se localizan en sectores diferenciados del medio marino.

Para la fase de construcción, las principales actividades del proyecto que podrían generar interacción con las actividades deportivas corresponden a la ejecución de obras marítimas, incluyendo la instalación de infraestructura en el borde costero y en el medio marino. Dichas actividades pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área, así como la intervención puntual del fondo marino en sectores específicos. En este contexto, la interacción con las actividades deportivas se relaciona principalmente con posibles restricciones temporales de acceso a determinados sectores del mar durante la ejecución de las obras. No obstante, considerando la distribución espacial del uso del área, se observa que:

6. Las actividades deportivas se concentran en la zona de rompiente, cercana a la línea de costa.
7. Las obras marítimas se desarrollan en sectores acotados y de manera temporal.

En función de lo anterior, se informa que la interacción en la fase de construcción corresponde a una interferencia localizada y transitoria, limitada al período de ejecución de las obras, sin implicar una alteración permanente del uso deportivo del área. Asimismo, una vez finalizadas las obras, las condiciones del sector retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad de las actividades deportivas en la zona de rompiente.

En la fase de operación, el principal elemento a considerar es la descarga de salmuera al medio marino. En este caso, la salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar, la cual en el sector no supera los 35 g/L. Sin embargo, las características de esta descarga permiten establecer que no se genera interacción con las actividades deportivas, debido a los siguientes aspectos:

8. En primer lugar, la descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades de surf, bodyboard y baño, las cuales se concentran en la zona de rompiente.

9. En segundo lugar, debido a su mayor densidad, la salmuera tiende a mantenerse en capas más profundas del agua, favoreciendo su dispersión en el fondo marino y limitando su ascenso hacia la superficie.
10. Adicionalmente, la descarga considera un proceso de rápida dilución, lo que reduce significativamente la concentración de salinidad en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En este contexto, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de oleaje ni el área de uso recreativo, donde se concentran los deportistas. Asimismo, aun en un escenario conservador en que pudiesen existir pequeñas fracciones de agua mezclada en sectores más someros, la variación de salinidad es acotada y cercana a las condiciones naturales del mar, sin generar efectos adversos sobre las personas ni afectar el desarrollo de actividades recreativas. En consecuencia, la interacción del proyecto con las actividades deportivas en fase de operación es nula o no significativa, dado que existe una clara separación espacial entre la descarga y la zona de uso, junto con condiciones de dilución que impiden cualquier afectación en la superficie del mar.
A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y las actividades deportivas desarrolladas en el sector de Playa Arenillas Negras, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área por parte de deportistas se concentra en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa, lo que permite establecer una diferenciación espacial respecto de las áreas donde se desarrollan las obras y donde se produce la descarga de salmuera.

Durante la fase de construcción, los potenciales impactos se asocian principalmente a la ejecución de obras marítimas, las cuales pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área de intervención. En este contexto, el impacto identificado corresponde a una posible interferencia temporal en el uso del espacio marino, producto de restricciones de acceso a sectores puntuales durante el desarrollo de las obras. Sin embargo, este impacto presenta las siguientes características:
11. Es de carácter localizado, ya que las obras se desarrollan en sectores acotados del borde costero y del medio marino.
12. Es temporal, limitado exclusivamente al período de ejecución de las actividades constructivas.
13. No implica una alteración permanente de las condiciones del área ni de la dinámica del oleaje.

En consecuencia, el impacto sobre las actividades deportivas en fase de construcción se evalúa como no significativo, dado su carácter acotado en el espacio y en el tiempo.

En la fase de operación, el análisis se centra en la descarga de salmuera al medio marino. No obstante, considerando las características de esta descarga y la localización de las actividades deportivas, no se identifican impactos relevantes sobre los deportistas. En particular:
14. La descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades deportivas.
15. La salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la natural, la cual no supera los 35 g/L, por lo que la diferencia es acotada respecto de las condiciones del mar.

16. La mayor densidad de la salmuera favorece su permanencia en capas profundas, evitando su presencia en la superficie.
17. La rápida dilución reduce la concentración en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En función de estos antecedentes, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de rompiente ni el área de baño, por lo que no existe interacción con las actividades deportivas. Asimismo, la leve variación de salinidad no genera efectos adversos en las personas ni modifica las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades recreativas, como se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración. Comportamiento de la descarga vs la rompiente de las olas.



Fuente: ilustración 7 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre las actividades deportivas en fase de operación se evalúa como no significativo, dado que no se produce alteración del uso del área ni de las condiciones del medio que permitan su desarrollo.

A partir de los antecedentes presentados, se concluye que las actividades deportivas y recreativas que se desarrollan en el sector de Playa Arenillas Negras, como el surf, el bodyboard y el baño, podrán continuar realizándose de la misma forma que en la actualidad. Esto se explica porque estas actividades ocurren en la zona de las olas, muy cerca de la orilla, mientras que las obras del proyecto y la descarga de salmuera se ubican en sectores más profundos y alejados de la costa, sin coincidir con los espacios donde las personas practican deporte o se bañan.

Durante la fase de construcción, podría existir una interrupción momentánea en algunos sectores específicos, debido a la ejecución de las obras. Sin embargo, esta situación es temporal y acotada, y una vez terminados los trabajos, el mar vuelve a sus condiciones habituales, permitiendo retomar las actividades deportivas sin cambios.

En la fase de operación, la salmuera que se descarga al mar tiene una salinidad solo levemente mayor que la natural (alrededor de un 5% más), y además se dispersa en profundidad, sin subir hacia la superficie. Por esta razón, no llega a la zona de las olas ni a la orilla, que es donde se encuentran los deportistas y bañistas.

Por lo tanto, no se generan riesgos ni cambios en las condiciones del mar que puedan afectar a quienes utilizan la playa para actividades recreativas o deportivas.

9. Observante: Patricio Ernesto Ortiz Palma

Observación N° 254:

Calidad del Agua: Si el proyecto se denomina "planta desalinizadora de agua de mar para agua potable, ciudad de Arica y región de Arica y Parinacota", ¿por qué el proyecto lleva un nombre que implica la producción de agua potable cuando no es así? ¿Qué justificación hay para esta discrepancia

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con los recursos hídricos, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El nombre describe la finalidad del suministro, no el estado regulatorio del agua al salir de la planta evaluada. El Titular respondió en la observación 254 del ICSARA Ciudadano parte 13, Adenda Complementaria, que la desaladora producirá hasta 200 l/s de agua desalada apta para potabilizar y la aportará como materia prima al sistema sanitario. Esa precisión es esencial: el proyecto sometido a este EIA no incluye la potabilización final, la conducción a usuarios ni la distribución por la red pública. La Adenda Excepcional lo aclara expresamente en su respuesta 2.2, pp. 14-15, y en la respuesta 3.12, pp. 276-277. Por tanto, decir sin matiz que la planta “entregará agua potable” a los hogares adelanta una etapa que no está descrita como parte de las obras evaluadas.

El EIA, Capítulo 1, numerales 1.2.3, 1.4.2.6 y 1.6.2.5-1.6.2.6, describe la captación de agua de mar, el pretratamiento, cuatro trenes de ósmosis inversa, la remineralización con CO_2 y contactores de calcita y el almacenamiento y elevación del agua producto en la PEAP. La remineralización ajusta dureza, alcalinidad, pH y estabilidad del agua desalada; el EIA plantea objetivos de calidad relacionados con la NCh 409. Aun así, los objetivos de diseño y la aptitud para una potabilización posterior no sustituyen el tratamiento final, sus controles y la responsabilidad del servicio sanitario por el agua efectivamente distribuida. El esquema original del EIA muestra precisamente las obras de captación y tratamiento hasta la PEAP, sin una red de reparto a usuarios.

Tabla. Alcance del producto y del servicio de agua potable

Etapa	Situación en el expediente	Alcance de la denominación
Desalación	Ósmosis inversa y postratamiento hasta un máximo de 200 l/s de agua apta para potabilizar.	Sí forma parte del EIA de la desaladora.
Almacenamiento y elevación	Dos estanques PEAP de 180 m³ cada uno; límite físico de las obras evaluadas según la Adenda Extraordinaria.	Prepara el agua para una etapa posterior.
Potabilización final y red	Conducción, incorporación a redes, distribución y comercialización no integran este proyecto.	Requieren definiciones y autorizaciones propias.

Fuente: Resumen elaborado a partir de EIA, Capítulo 1, pp. 1.4, 1.75-1.83 y 1.188-1.190; Adenda Excepcional, respuestas 2.2 y 3.12, pp. 14-15 y 276-277.

En consecuencia, la expresión más exacta para explicar este alcance al público es “planta desalinizadora que producirá agua desalada destinada a su posterior potabilización para el abastecimiento de Arica”. La palabra “para” expresa el destino previsto, pero no acredita que el agua producto ya esté integrada al sistema de distribución ni que el servicio potable final esté asegurado por este EIA. El extenso análisis de calidad de agua marina añadido por el Titular a esta observación sirve para valorar impactos en el medio receptor, pero no responde la diferencia entre agua desalada, agua potabilizada y agua distribuida; por eso se separa de esta aclaración.

Observación N° 255:

Conexión de la red de agua potable: ¿Cuáles son las razones técnicas detalladas que impiden la conexión inmediata de la planta desalinizadora a la red de agua potable? Además, ¿qué porcentaje del agua desalada producida se destinará a la comunidad ariqueña y cómo se priorizará su distribución entre los diferentes usuarios?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con los recursos hídricos, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

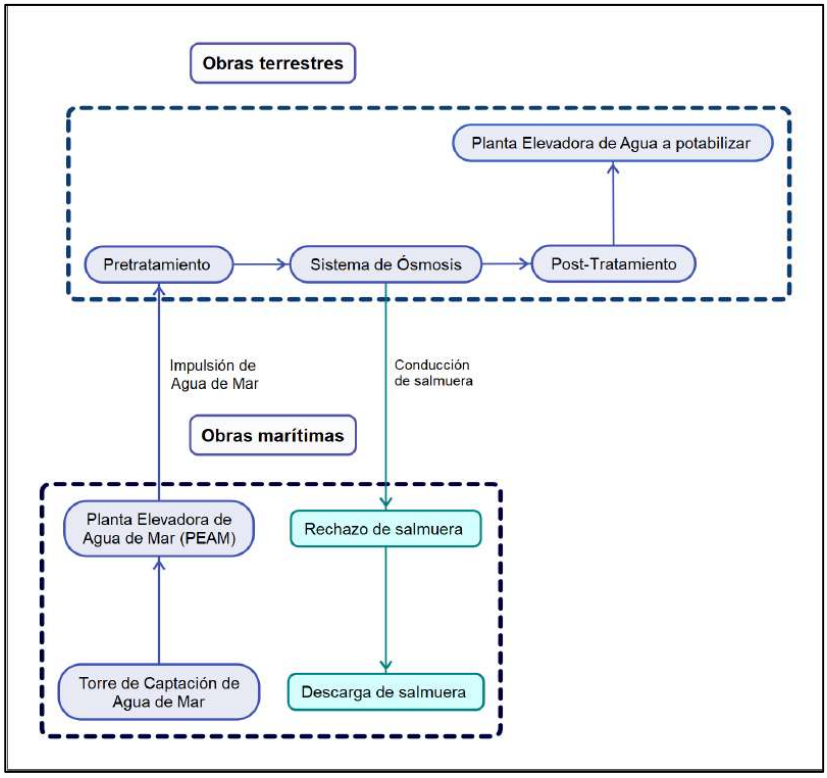
Respuesta a la observación:

El EIA termina en el almacenamiento y elevación de agua desalada en la PEAP; la potabilización final, la conducción e incorporación a redes públicas corresponden a desarrollos futuros ajenos a las obras

evaluadas. La conexión efectiva al sistema de distribución no puede presentarse como una obra ya diseñada, aprobada y simultánea a la puesta en marcha de esta planta.

El EIA, Capítulo 1, pp. 1.21-1.22, identifica un punto de empalme referencial y declara expresamente que la conducción del agua producida será otro proyecto definido por factibilidad técnica y económica, sujeto a evaluación ambiental si corresponde. Los numerales 1.4.2.4 y 1.4.2.9, pp. 1.67 y 1.83, repiten que la conducción del agua producto no está definida en este proyecto. La PEAP y sus dos estanques de 180 m³ cada uno permiten elevar y almacenar el agua remineralizada, pero no representan por sí mismos una conexión física a la matriz de distribución de la ciudad. La siguiente figura representa el proceso hasta la planta elevadora:

Figura. Proceso evaluado hasta la planta elevadora de agua a potabilizar



Fuente: EIA, Capítulo 1 Descripción del Proyecto, Esquema 1.12.

El certificado de factibilidad del EIA, Anexo 1.9, y su reproducción en la Adenda, Anexo Obs. 1.12, se refieren al suministro de agua potable y alcantarillado del predio de la propia planta, incluido el arranque desde una matriz pública en San Ignacio de Loyola.

En cuanto a distribución, el proyecto declara como propósito contribuir al abastecimiento de la ciudad de Arica. La asignación dependerá del diseño y la operación del sistema sanitario futuro y de la demanda efectiva; cualquier cifra concreta requeriría presentar el balance, la infraestructura de enlace y las reglas de distribución.

Observación N° 256:

Uso del agua desalada:¿Cuál será el destino principal del agua desalada producida (200 litros por segundo)? ¿Cómo se planea su distribución y uso en la región? ¿Qué estudios se han realizado para determinar la demanda y cómo se integrará el agua desalada en el sistema existente?

Evaluación técnica de la observación:

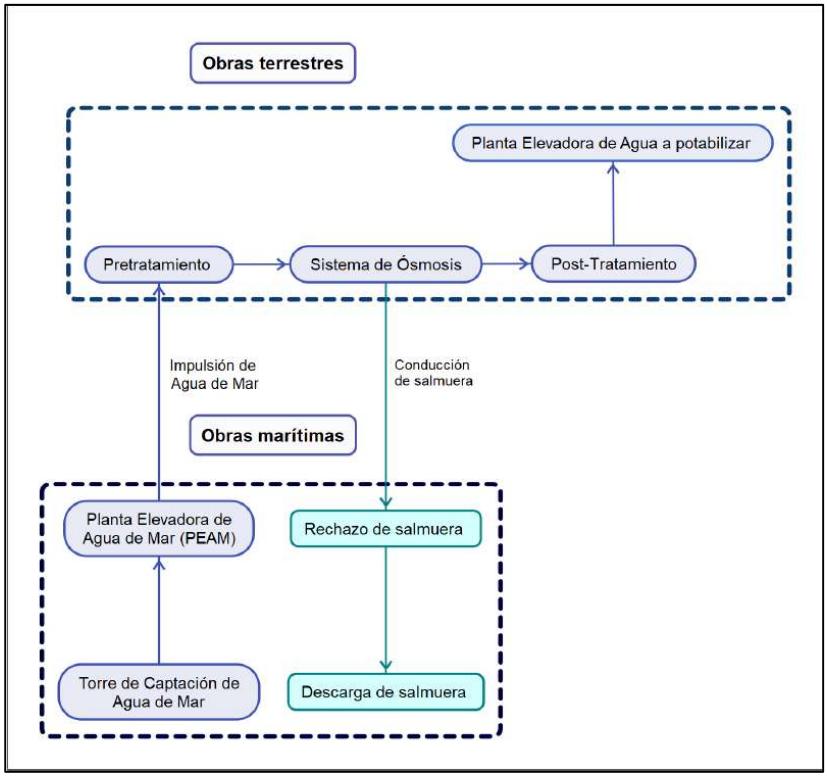
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con los recursos hídricos, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El destino previsto del agua producto es contribuir al sistema de producción de agua potable de Arica, tal como establece el objetivo del EIA, Capítulo 1, numeral 1.2.3. Sin embargo, "destino previsto" no equivale a distribución ya diseñada. La Adenda Excepcional, respuestas 2.2 y 3.12, aclara que el proyecto evaluado abarca captación, conducción de agua de mar, desalación, elevación y almacenamiento de agua tratada; los estanques constituyen su límite físico y funcional. La potabilización final, conducción a consumidores, red pública y comercialización quedan fuera de esta evaluación.

La capacidad máxima se expresa como hasta 200 l/s de agua desalada apta para potabilizar, no como 200 l/s garantizados de suministro domiciliario permanente. El EIA, Capítulo 1, pp. 1.4-1.5, describe una operación escalonada: con una unidad se captan aproximadamente 125 l/s de agua de mar para producir 50 l/s de agua producto; a plena capacidad se captan hasta 500 l/s para obtener 200 l/s de agua producto y generar hasta 300 l/s de corrientes de rechazo a descargar en condiciones de máxima operación. Los cuatro trenes de ósmosis inversa permiten modular esa producción. Tras la ósmosis, el postratamiento usa CO_2 y calcita para remineralizar; luego el agua se almacena en dos estanques PEAP de 180 m^3, según las pp. 1.75-1.83. La siguiente figura muestra la secuencia de tratamiento del proyecto:

Figura. Secuencia de tratamiento contenida en el proyecto evaluado



Fuente: EIA, Capítulo 1 Descripción del Proyecto, Esquema 1.12.

Respecto de la demanda, el Titular remite al "Balance Oferta-Demanda" proyectado para la localidad de Arica. El EIA explica el objetivo de complementar el abastecimiento actual. En el Capítulo 1, numerales 1.4.2.4 y 1.4.2.9, se indica que esa infraestructura se determinará mediante decisiones técnicas y económicas posteriores y se someterá al SEIA si corresponde. El certificado de factibilidad del Anexo 1.9 de EIA cubre los servicios del inmueble de la planta, no la inserción de su producción en la red de la ciudad.

Por ello, el expediente permite afirmar que la ciudad de Arica es la destinataria prevista como aporte al sistema sanitario, pero no asigna porcentajes a toda la Región de Arica y Parinacota ni describir una distribución entre usuarios que aún no se ha definido. Para verificar la integración real deberán conocerse el proyecto de potabilización y conducción, la capacidad del punto de conexión, el balance actualizado de oferta y demanda y las reglas operacionales del concesionario.

10. Observante: Melissa Ofelia Gómez Zegarra

Observación N° 257:

Monitoreo y control:¿Qué sistemas de monitoreo y control específicos se implementarán para asegurar que la planta no genere un impacto negativo en el medio marino a largo plazo?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Proyecto dispone de un Plan de Vigilancia Ambiental para contrastar durante la operación las predicciones del EIA con mediciones en el mar y con la condición previa. Como indica el Titular a la observación 257 del ICSARA Ciudadano parte 13 de la Adenda Complementaria, se identificó el seguimiento del agua, sedimentos, biota y estado de la infraestructura, resumidos como campañas semestrales. La versión vigente del PVA, Anexo Obs. 5.4 de la Adenda Excepcional, Cuadro 5.1, pp. 3-6, establece frecuencias distintas según matriz: varias son trimestrales durante los dos primeros años y semestrales los tres siguientes; otras son semestrales, anuales o continuas.

Antes de la descarga, el control del efluente debe comprobar el cumplimiento de la Tabla 5 del D.S. N° 90/2000 para descargas fuera de la Zona de Protección Litoral, según el apartado “Efluente del Proyecto” del PVA, p. 2. En paralelo, las estaciones marinas miden el comportamiento de la pluma salina y las condiciones del receptor frente a puntos de control. Son comprobaciones diferentes: un bioensayo o una medición de salinidad ambiental no reemplazan el autocontrol normativo del efluente. El PVA, también indica que se propondrá a la Autoridad Marítima un programa de bioensayos para su evaluación.

Tabla. Componentes principales del PVA actualizado

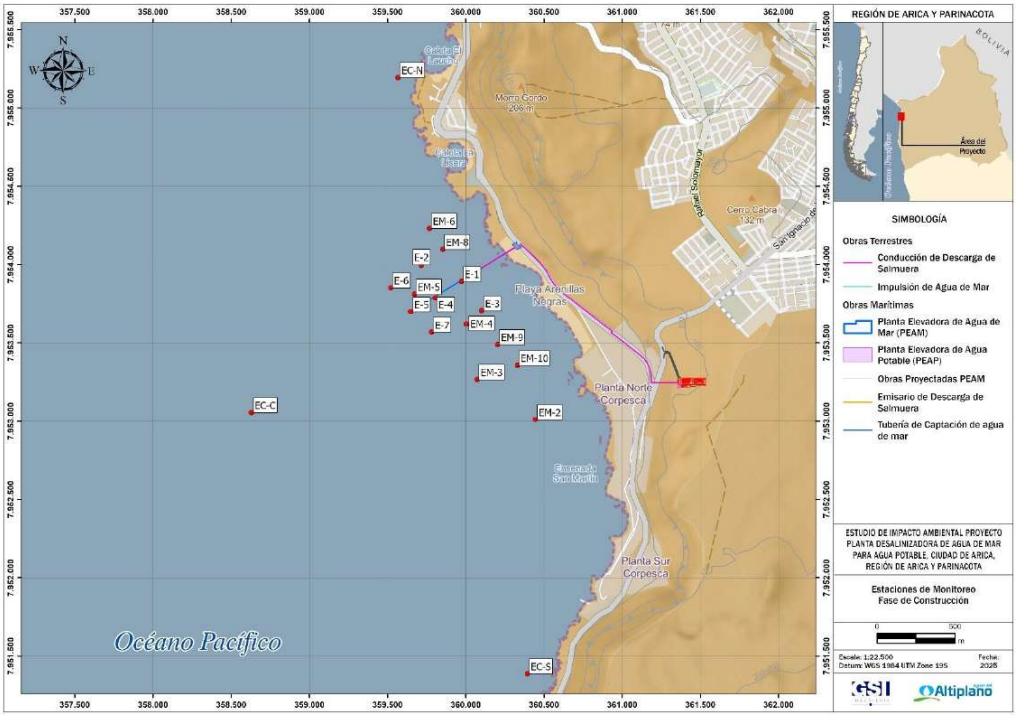
Componente	Cobertura o variable	Frecuencia comprometida
Pluma salina	22 estaciones, incluidas 20 de descarga y 2 controles; salinidad, temperatura y oxígeno.	Trimestral 2 años; semestral 3 años.
Columna de agua	19 estaciones; parámetros físicos y químicos en superficie y fondo.	Trimestral 2 años; semestral 3 años.
Sedimentos y bentos	Sedimentos, fondos blandos y duros, intermareal y banco natural.	Semestral durante 5 años.
Plancton	Fitoplancton y zooplancton en estaciones marinas.	Trimestral 2 años; semestral 3 años.
Fauna	Peces, aves, reptiles y mamíferos marinos.	Semestral durante 5 años.
Infraestructura y captación	Filmación de cañerías; cámara en sentina; caudal y velocidad de succión.	Inspección anual; registros de ingreso y succión continuos.

Fuente: Resumen elaborado de la Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Cuadro 5.1, pp. 3-6, y apartados de justificación de frecuencias.

En la captación, el PVA fija control continuo de caudal y velocidad de succión para verificar el criterio de diseño de no superar 0,15 m/s, además de cámara de video en la sentina. Las imágenes se registrarán continuamente durante los primeros cinco años de operación, con revisión mensual de su contenido, comprobación diaria del funcionamiento de la cámara y conservación de grabaciones por al menos 60 días; las bitácoras e informes se conservarán cinco años, según el Anexo Obs. 5.4 de la Adenda Excepcional. La inspección submarina anual verifica hermeticidad de las tuberías y uniones, estado de lastres y funcionamiento de portas y difusores, con filmación, de acuerdo con el Cuadro 5.11, p. 26. Estos controles apuntan tanto a cambios ambientales graduales como a fallas físicas de la infraestructura.

El seguimiento de bancos naturales, plancton y fauna permite revisar respuestas biológicas que una sola medición de salinidad no capta; el PVA actualizado incluye además inspección de ingreso de especies hidrobiológicas y observación de la succión. Si se detecta una desviación o falla, la información se contrasta con el Plan de Contingencias y Emergencias actualizado, Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, para controlar la fuente y evaluar la zona efectivamente afectada. La Figura a continuación muestra la distribución espacial de estaciones de agua, sedimentos y comunidades.

Figura. Estaciones marinas de vigilancia ambiental



Fuente: Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Figura 5.3.

El plazo inicial mínimo del PVA es de cinco años de máxima operación. Terminado ese período, el propio Anexo Obs. 5.4, p. 3 de la Adenda Excepcional, prevé evaluar con la autoridad competente si corresponde continuar, modificar o cesar las acciones de vigilancia según los resultados. Por tanto, se establece un programa inicial verificable y una instancia formal de revisión.

Observación N° 258:

Monitoreo y control: ¿Cómo se garantizará la transparencia y la participación de la comunidad en el monitoreo?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Adenda Excepcional actualiza los compromisos de “Programa Monitoreo Participativo General” y “Programa Monitoreo Participativo con organizaciones de pesca” en su Anexo Obs. 5.3, Cuadros 5.12 y 5.13, mediante dos programas complementarios: uno general para grupos humanos interesados de Arica y otro específico con organizaciones de pesca vinculadas a Arenillas Negras. La transparencia se apoya

en convocatorias, actas, una plataforma pública de intercambio, reportes del PVA y registros remitidos a la SMA; no depende solo de declaraciones generales de buena voluntad. La siguiente tabla resume las instancias de participación y compromisos asociados:

Tabla. Participación y evidencia comprometidas

Instancia	Quién y cuándo	Información y respaldo
Talleres generales	Convocatoria mediante COSOC y organizaciones; anuales en construcción y cada 2 años en operación.	Exposición de impactos, medidas, cronograma y resultados; preguntas, actas y respuestas en plataforma.
Visitas a instalaciones	Durante operación, al menos cada 2 años si hay interés; cupos coordinados con organizaciones.	Recorrido con charla de seguridad; observaciones y respuestas registradas.
Mesa de pesca	Siete organizaciones invitadas; si aceptan, al menos dos sesiones al año.	Revisión del PVA, planificación de muestreos y diálogo sobre resultados.
Acompañamiento	Coordinación anual; hasta dos integrantes por organización, según autorizaciones.	Observación desde embarcación o bajo el agua cuando corresponda y sea seguro.
Revisión externa y plataforma	Tercera parte acordada, preferentemente universitaria; canal digital antes de construir.	Informe anual independiente para organizaciones; actas, respuestas e informes enviados a SMA disponibles.

Fuente: Elaboración propia en base a Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.3 Plan de Seguimiento Ambiental, Cuadros 5.12 y 5.13, pp. 18-28.

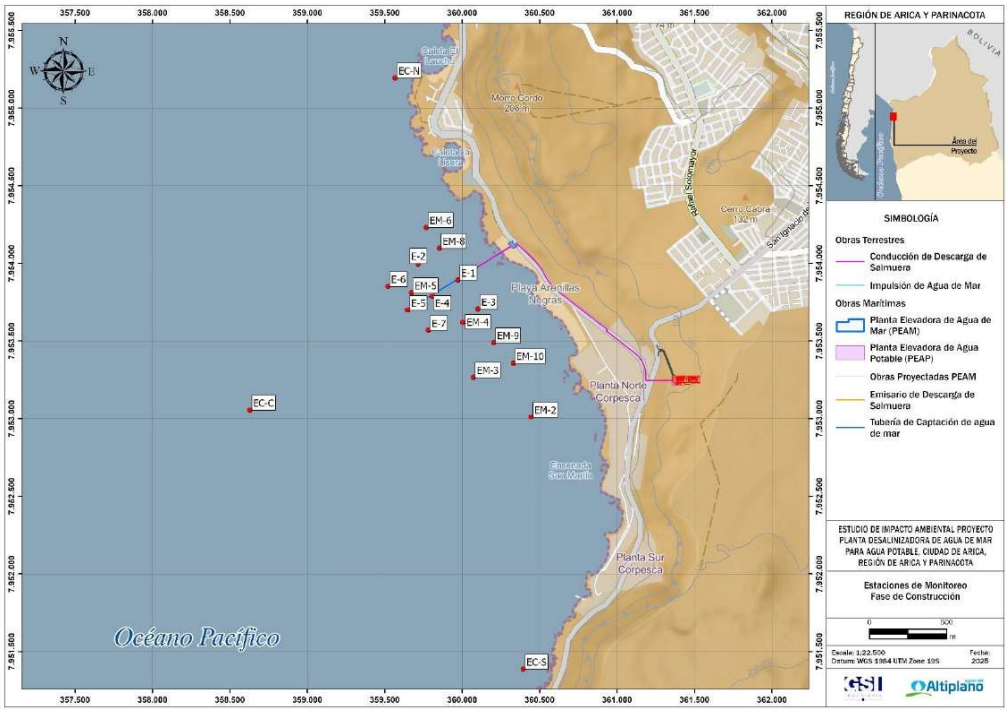
En el programa general, el Titular convocará a través del Consejo de Organizaciones de la Sociedad Civil municipal y mediante contacto directo con organizaciones identificadas. Los talleres se realizarán anualmente en construcción y cada dos años en operación; las visitas a la planta, al menos cada dos años durante la operación si hay interés. El Cuadro 5.12 fija actas de las instancias y respuesta posterior a consultas pendientes a través de la plataforma. Esta se habilitará después de una eventual RCA y antes de iniciar la construcción, permanecerá durante la vida útil del Proyecto y permitirá remitir observaciones, fotografías y videos. Allí deberán publicarse las actas y las respuestas, resguardando la confidencialidad de quien observa, así como todos los informes reportados a la SMA. Las actividades generales se reportarán a la SMA anualmente en construcción y cada dos años en operación.

El programa para pesca no equivale solo a informar resultados ya cerrados. El Cuadro 5.13 del Anexo Obs. 5.3 de la Adenda Excepcional, contempla invitar a siete organizaciones de pescadores, buzos y recolectores vinculadas a Arenillas Negras a conformar una mesa de trabajo; si aceptan, sus reglas prevén al menos dos sesiones anuales, una antes y otra después del monitoreo. Las organizaciones participarán en la elección de una tercera parte, preferentemente universitaria, que revisará los datos producidos por una entidad técnica de fiscalización ambiental (ETFA) y entregará anualmente un informe propio a las organizaciones. El acuerdo con esa entidad se prevé por cinco años renovables y sus costos serán cubiertos por el Titular. Cada año se coordinará el acompañamiento de muestreos por hasta dos

integrantes de cada organización, en superficie o bajo el agua según autorizaciones, seguridad y condiciones del operativo.

La participación se refiere a un PVA concreto. En construcción se observarán, entre otras variables, sólidos suspendidos, turbidez y oxígeno disuelto; en operación, agua marina, sedimentos, comunidades bentónicas, plancton, peces, aves, reptiles, mamíferos e inspección de cañerías. La siguiente Figura localiza parte de las estaciones marinas del PVA actualizado. El mapa permite a los participantes relacionar resultados con zonas próximas a las obras y puntos de referencia; no sustituye el protocolo técnico de muestreo ni convierte cada estación en un sitio de libre acceso durante labores submarinas.

Figura. Estaciones del PVA cuyos resultados pueden revisarse participativamente



Fuente: Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Figura 5.3.

Para verificar la ejecución del compromiso se conservarán planificación, registros de participantes, actas, fotografías, comunicaciones y reportes; si una organización invitada decide no participar, el Titular deberá documentar la convocatoria y reportar esa situación a la SMA, en vez de afirmar una participación inexistente. La ETFA conserva la responsabilidad técnica de los muestreos y la SMA su función fiscalizadora. El programa participativo añade acceso a información, revisión externa y un canal para plantear discrepancias; su eficacia deberá comprobarse mediante los registros y resultados publicados, no darse por garantizada de antemano. La oportunidad específica del programa pesquero está asociada a la ejecución del PVA, mientras que el canal general se comprometió para toda la vida útil del Proyecto.

11. Observante: Melissa Ofelia Gómez Zegarra

Observación N° 259:

Plan de contingencia: ¿Existe un plan de contingencia detallado en caso de que la planta desalinizadora experimente fallos técnicos o accidentes?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Proyecto dispone de un Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias que identifica riesgos de construcción y operación, responsables, niveles de alerta, medidas preventivas, acciones durante la emergencia y controles posteriores. El Capítulo 7 del EIA y el Anexo Obs. 9 de la Adenda Complementaria fueron actualizados por el Anexo Obs. 8 Plan de Emergencias y Contingencias de la Adenda Excepcional, numerales 8.3 a 8.10. El plan se aplica al personal propio, contratistas, proveedores y visitas, no solo a los operadores de la planta, según su numeral 8.3.

Organización y activación de la respuesta

El numeral 8.4 del Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional distribuye tareas entre el Gerente General, que debe disponer recursos humanos, técnicos y materiales; el Jefe de Proyecto, responsable de aplicar el procedimiento; el Jefe de Terreno o Coordinador de Emergencia, encargado del control inicial; el Supervisor Directo; el Asesor Ambiental; el Asesor en Seguridad y Salud Ocupacional; y un Comité de Emergencias de tres a seis trabajadores entrenados en evacuación, primeros auxilios, rescate, incendios y derrames. Todo trabajador debe comunicar condiciones que puedan originar una emergencia y seguir las instrucciones de su supervisión. Estas funciones permiten identificar quién detecta, decide, ejecuta y registra, en lugar de limitar la respuesta a la invocación genérica de un plan.

La gravedad se clasifica en tres estados. La alerta 1 corresponde a incidentes controlables con recursos del área, como un derrame menor en tierra; la alerta 2 exige movilizar los recursos de la empresa y puede requerir apoyo preventivo de Bomberos o Carabineros, con restricción o suspensión del tránsito en el sector afectado; y la alerta 3 cubre eventos con potencial de afectar significativamente a la población o al medio ambiente fuera de la planta, como un derrame mayor al mar, un incendio extenso o una fuga de gases fuera de control. En todos los niveles debe informarse al Jefe de Emergencia, quien confirma la clasificación y, una vez superado el evento, investiga sus causas. Para alerta 3, el plan prevé evaluar la evacuación, paralizar actividades según el riesgo y coordinarse con el sistema comunal de alertas.

Fallas técnicas y accidentes previstos

El plan no se agota en una lista de riesgos. Para las fallas de captación y pretratamiento, contempla mantención de motores y filtros, vigilancia de la calidad del agua de entrada y respuesta ante floraciones algales nocivas o proliferación de medusas; durante el evento se evalúa la causa, se activa el equipo de emergencia y se restablece el sistema solo después de reparar y revisar sus condiciones, según el Anexo Obs. 8, pp. 8.33-8.34 de la Adenda Excepcional. En una falla mecánica general se usan equipos de respaldo donde existan, se protege la membrana de ósmosis y se ajusta la operación mientras se gestiona la reparación.

En las conducciones, el plan exige revisar puntos críticos y presiones, mantener bombas y válvulas y registrar inspecciones. Si ocurre una rotura o fuga, prevé cerrar válvulas de emergencia, detener bombas cuando sea necesario, delimitar el área, evaluar seguridad y reparar antes de restaurar el servicio, de acuerdo con el Anexo Obs. 8, pp. 8.35-8.36 de la Adenda Excepcional. Para el taponamiento de membranas, considera monitoreo de la calidad de entrada, limpieza o reemplazo de las unidades afectadas y, si la magnitud lo exige, detención del sistema de ósmosis. El déficit de insumos se gestiona con inventario y capacidad de almacenamiento; el plan menciona una reserva aproximada para un mes de operación, que constituye un margen de respuesta.

Los riesgos de sustancias y residuos peligrosos se atienden con almacenamiento controlado, mantenimiento de líneas de dosificación, pretiles de contención con capacidad de 1,1 veces el mayor estanque, sensores de nivel o conductividad en los pretiles y procedimientos de descarga de camiones. Ante un derrame se identifica la sustancia y su hoja de seguridad, se elimina la fuente de ignición cuando corresponda, se usa protección personal, se detiene la fuga solo si es seguro y se contienen los materiales; los residuos contaminados se almacenan y retiran conforme al manejo de RESPEL. La disponibilidad de extintores, red húmeda, estaciones de incendio, comunicación, circuito cerrado de televisión, absorbentes, geomembrana, bomba y tambores figura en el numeral 8.7 del Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional. La siguiente tabla resume la respuesta prevista ante distintos escenarios:

Tabla. Respuesta prevista para escenarios relevantes

Evento	Acción inmediata	Control posterior
Falla de equipo o membrana	Activar respaldo si existe, ajustar o detener el proceso y proteger la membrana.	Registrar mantención, reparación y condiciones de reinicio.
Rotura de ducto o válvula	Cerrar válvulas, detener bombas y aislar el sector cuando proceda.	Reparar, comprobar seguridad y documentar daños.
Derrame de SUSPEL o RESPEL	Identificar sustancia, usar EPP, contener y pedir apoyo si no es seguro intervenir.	Retirar residuos, revisar almacenamiento y registrar el incidente.
Falla de emisario o efluente anómalo	Evaluar y detener la descarga; aislar el sector y corregir la causa.	Reparar, verificar el efluente y evaluar el medio receptor si hubo liberación.
Fauna en captación	Avisar al Jefe de Emergencia, inspeccionar malla y restringir el sector.	Coordinar rescate autorizado con SERNAPESCA y documentar el evento.

Evento	Acción inmediata	Control posterior
Sismo, tsunami o remoción	Suspender operaciones y evacuar según la amenaza y las alertas oficiales.	Inspeccionar daños, recuperar condiciones seguras e informar.

Fuente: Elaboración propia en base a la Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8 Plan de Emergencias y Contingencias, pp. 8.24-8.28, 8.30-8.38, 8.43-8.46 y 8.58-8.63.

El emisario tiene una ficha propia: inspección y mantenimiento preventivo, activación inmediata ante una falla, evaluación de la magnitud, eventual detención de la descarga, aislamiento y reparación, con informe posterior, según el Anexo Obs. 8, pp. 8.43-8.44 de la Adenda Excepcional. Si se detectan parámetros del efluente fuera de norma o de los compromisos evaluados, se exige activar el plan, evaluar la necesidad de detener la descarga y corregir la operación antes de restaurarla. Para un derrame de RILES o liberación de salmuera por rotura, se ordena suspender temporalmente la descarga, contenerla mediante almacenamiento transitorio o traslado autorizado cuando corresponda y muestrear la zona afectada, los sedimentos y la biota marina. La capacidad concreta de almacenamiento temporal no se cuantifica en esa ficha; por ello no puede asegurarse que la planta mantendría su producción normal durante una avería prolongada del emisario.

Prevención continua, avisos y comprobación

La prevención combina mantenimiento programado, inspecciones, capacitación y medición. Para el efluente, la ficha de RILES prevé medición periódica o semanal y control en línea de pH, conductividad y temperatura antes de la descarga; para la captación, el Plan de Vigilancia Ambiental actualizado añade control continuo de la velocidad de succión, que no debe superar 0,15 m/s, cámara de video en la sentina e inspección submarina anual de las cañerías de captación y descarga. Estos controles constan en los Anexos Obs. 8, pp. 8.51-8.53, y Obs. 5.4, Cuadro 5.1, pp. 3-6, ambos de la Adenda Excepcional. El programa de capacitación del numeral 8.10 comprende inducción ambiental y de seguridad, actuación ante incendios, sismos, accidentes y derrames, más registros de asistencia; la ficha de RILES incluye simulacro conforme a un programa anual.

Anexo Obs. 8 dispone informar a la SMA mediante su Sistema de Seguimiento Ambiental con un informe preliminar una vez controlada la contingencia y, cuando corresponda, comunicar a SERNAPESCA o a la Autoridad Marítima. Para la colisión con fauna y la captura o afectación de fauna marina se establece aviso a SMA y SERNAPESCA dentro de las primeras 24 horas; para alerta 3, las fichas que lo indican ordenan remitir el informe de emergencia antes de 72 horas. La investigación posterior debe dejar fecha, lugar, causa, daños, medidas ejecutadas y acciones correctivas verificables.

En síntesis, existen protocolos diferenciados y medios de respuesta para accidentes y fallas identificadas. Su eficacia concreta dependerá de que el Titular mantenga equipos, registros y personal capacitado, detenga oportunamente procesos inseguros, evalúe los efectos reales y demuestre la reparación antes del reinicio.

Observación N° 260:

Plan de contingencia: ¿Cómo se abordarán los posibles impactos en el medio ambiente marino y en la población?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

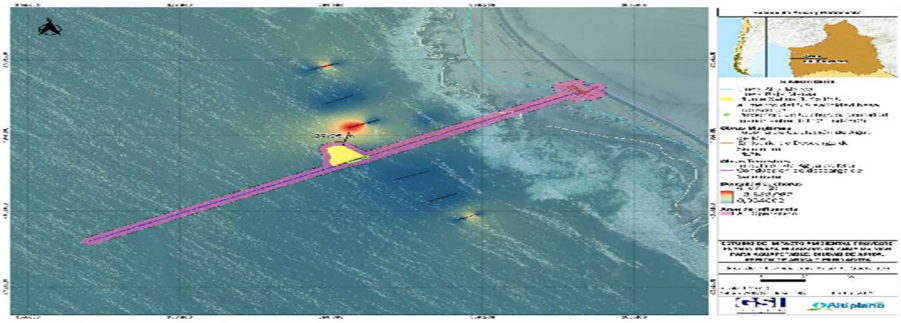
Respuesta a la observación:

Los posibles impactos se abordan con prevención en la captación, planta, conducción y descarga; detención y contención ante una anomalía; protección de personas y fauna; muestreo del área efectivamente afectada; y comunicación a las autoridades competentes. Los protocolos presentados en el Capítulo 7 del EIA y en el Anexo Obs. 9 de la Adenda Complementaria fueron actualizados en el Anexo Obs. 8 Plan de Emergencias y Contingencias de la Adenda Excepcional. Deben leerse junto con el Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental de la Adenda Excepcional, que permite comprobar si la operación y una eventual contingencia modifican el medio marino.

Medio marino y actividades costeras

El área no es biológicamente vacía: la Adenda Excepcional reconoce un banco natural de choro zapato (*Choromytilus chorus*), observado en la siguiente figura, en el levantamiento del área marina y el uso de Arenillas Negras por pescadores, buzos y recolectores. Las campañas de línea de base de plancton, bentos y fauna marina permiten identificar receptores sensibles y puntos de comparación.

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Fuente: Figura 24 Anexo ICSARA Ciudadano parte 13 Obs. 252-266.

En construcción, las obras marítimas y sus embarcaciones pueden producir derrames de hidrocarburos o colisiones con fauna. El Anexo Obs. 8 Plan de Emergencias y Contingencias de la Adenda Excepcional (pp. 8.16-8.18), ordena detener bombeo y cerrar válvulas ante una pérdida, usar barreras o absorbentes según el origen del derrame, comunicar de inmediato a la Autoridad Marítima Local y luego informar a SMA y SERNAPESCA por los canales que correspondan. Tras la contención se retiran residuos y se verifica la calidad del agua y los impactos observados. Para la navegación, las páginas 8.19-8.21 del mismo Anexo, contemplan rutas adaptadas, velocidad máxima de 6 nudos en zonas con presencia potencial de fauna, observación activa, distancias mínimas de 300 m para grandes cetáceos y 100 m para otros grupos, suspensión de maniobras cuando se requiera y registro georreferenciado si ocurre un choque. El rescate de fauna debe coordinarse con especialistas y SERNAPESCA, no improvisarse por la tripulación.

En operación, la captación incorpora una protección física o malla y mantenimiento preventivo de la torre, según el Anexo Obs. 8 Plan de Emergencias y Contingencias de la Adenda Excepcional, pp. 8.31-8.32. El Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Cuadro 5.1 de la Adenda Excepcional, establece control continuo de la velocidad de succión, con límite de diseño de 0,15 m/s, y televigilancia continua de la sentina para detectar ingreso de organismos. Si se observa fauna, el Jefe de Turno avisa inmediatamente al Jefe de Emergencia, se inspecciona la protección y se restringe el sector; la asistencia o rescate de ejemplares mayores corresponde a personal autorizado de SERNAPESCA. El Anexo Obs. 8 previamente mencionado exige avisar a SMA y SERNAPESCA dentro de 24 horas desde el inicio del incidente y prestar apoyo veterinario si fuese necesario.

En la descarga, el control normal incluye medición periódica del efluente y vigilancia en línea de pH, conductividad y temperatura antes del vertimiento, conforme al Anexo Obs. 8, pp. 8.51-8.52 de la Adenda Excepcional. Si falla el emisario, la impulsión o la dosificación de reactivos, o si los parámetros

quedan fuera de norma o del compromiso evaluado, las fichas de pp. 8.43-8.46 del mismo Anexo exigen activar el plan, evaluar y detener la descarga cuando proceda, aislar el área y corregir la causa. Para un derrame mayor de RILES o rotura de la tubería de salmuera, la ficha "b. Derrame y/o RILES" ordena suspender temporalmente la descarga, detener la planta cuando el derrame lo requiera, contener el líquido en estanques de acumulación o trasladarlo a un sitio autorizado si corresponde, y limpiar el sector una vez controlado el evento. El reinicio exige revisar las condiciones de seguridad y recuperación del sistema. La siguiente tabla resume las principales situaciones de riego y su respuesta:

Tabla. Riesgo ambiental y respuesta acreditada

Situación	Protección inmediata	Comprobación del efecto
Derrame desde una embarcación	Cerrar origen, contener con barreras o absorbentes y avisar a Autoridad Marítima.	Calidad del agua, registro de volumen y residuos recuperados.
Fauna en captación o colisión	Restringir operación o maniobras; activar apoyo de SERNAPESCA.	Registro de especie, estado, ubicación y medidas veterinarias o correctivas.
Rotura del emisario o derrame de RILES	Suspender descarga, aislar y contener; reparar antes del reinicio.	Muestreo del agua o efluente, sedimentos y biota en la zona afectada.
Descarga fuera de parámetros	Activar plan y detener vertimiento cuando sea necesario.	Verificar causa, calibración, calidad del efluente y condiciones de reanudación.
Derrame terrestre de SUSPEL o RESPEL	Usar protección, aislar, contener y pedir apoyo especializado según sustancia.	Retiro de residuos, revisión de pretiles, sensores y registros.

Fuente: Elaboración propia en base a Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8 Plan de Emergencias y Contingencias.

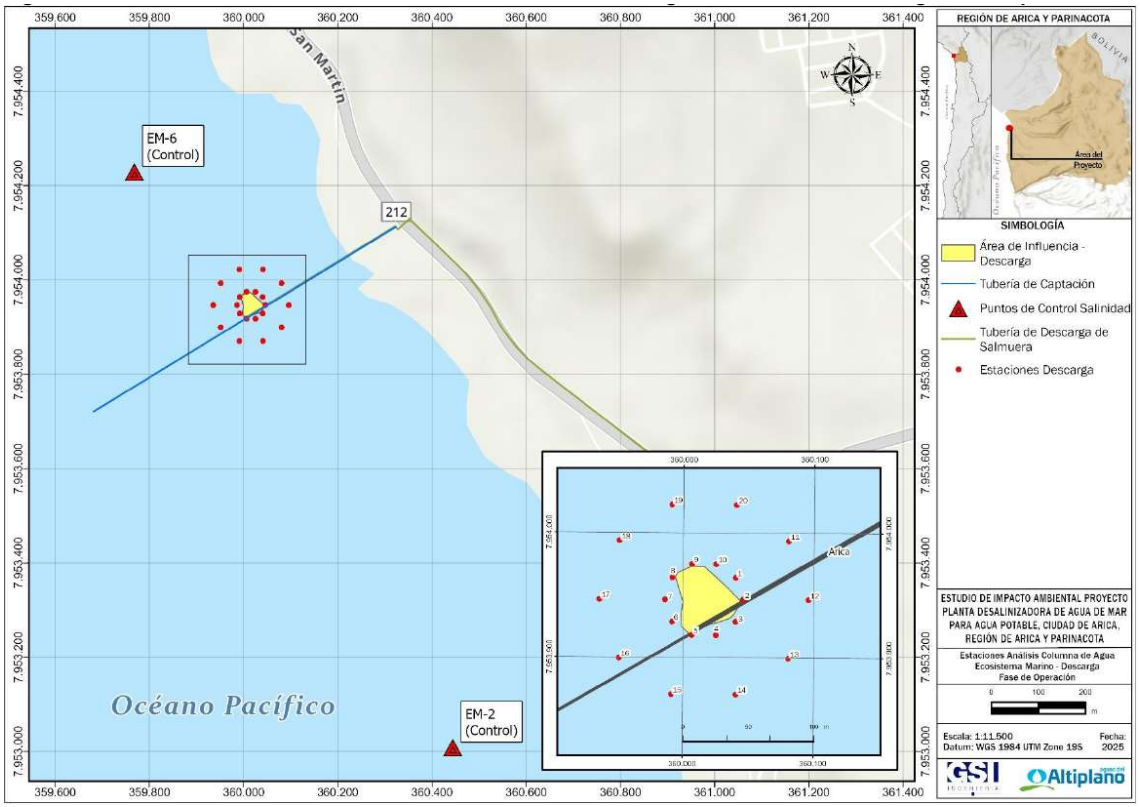
La verificación posterior de una rotura debe realizarse en el lugar de liberación real: el Anexo Obs. 8, p. 8.53, exige monitorear RILES, sedimentos y biota marina y comparar los resultados con la línea de base y los planes de vigilancia. La pluma prevista para un emisario íntegro no describe automáticamente una fuga situada en otro tramo, ni permite asegurar por anticipado que no habrá afectación de organismos o recursos pesqueros. Los bioensayos incorporados en el Anexo Obs. 1.3 PAS 115 de la Adenda Excepcional, pp. 7-10, registraron LC50 de 40,60 psu a 48 horas *para Tisbe longicornis* y EC50 de 44,80 psu a 96 horas para *Isochrysis galbana*.

Vigilancia del receptor y contraste con la línea de base

El Plan de Vigilancia Ambiental más reciente establece un seguimiento de al menos cinco años de operación. Su Cuadro 5.1 (Anexo Obs. 5.4 de la Adenda Excepcional) considera 22 estaciones para la pluma salina y 19 para columna de agua, con campañas trimestrales durante los dos primeros años y semestrales durante los tres siguientes; añade sedimentos y comunidades bentónicas, incluido el banco natural, con frecuencia semestral, además de plancton, peces, aves, reptiles, mamíferos e inspección submarina anual de las conducciones. Al finalizar el período inicial de cinco años, el propio Anexo Obs. 5.4, p. 3, prevé revisar con la autoridad competente si esas acciones continúan, se modifican o cesan.

La siguiente figura ubica las estaciones de control y de medición de la pluma frente a Arenillas Negras, previstas para la operación regular. Si ocurre un derrame o una fuga, el muestreo debe ampliarse o reubicarse hacia el área realmente afectada, según la ficha de RILES del Anexo Obs. 8, p. 8.53 de la Adenda Excepcional.

Figura. Estaciones de control y seguimiento de la pluma salina



Fuente: Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental (PVA).

Protección de la población y comunicación

La población puede verse afectada por exposición a derrames, incendios o fugas, por cortes o restricciones de tránsito, por emergencias costeras y por una perturbación de actividades de pesca y recolección. Por eso la clasificación de alertas del Anexo Obs. 8, pp. 8.5-8.6 de la Adenda Excepcional vincula la escala de la respuesta al alcance del evento: en alerta 2 se restringe o suspende el tránsito del área afectada; en alerta 3, por su potencial de salir de la instalación, se moviliza apoyo externo, se evalúa la evacuación, se paralizan operaciones cuando corresponda y se activa la coordinación con el sistema comunal de alertas. El plan incluye a Bomberos y Carabineros como apoyos posibles, y prevé que el Jefe de Emergencia comunique a la coordinación comunal los recursos disponibles, el perímetro dependerá del riesgo comprobado.

Para derrames de sustancias peligrosas, el Anexo Obs. 8, pp. 8.24-8.26 de la Adenda Excepcional combina pretiles con capacidad de 1,1 veces el mayor estanque, sensores de detección, separación de descargas de productos corrosivos incompatibles, capacitación y control remoto de dosificación. Ante una liberación se identifica la sustancia mediante su hoja de seguridad, se limita el acceso, se usa

protección personal y se contiene el derrame solo si es seguro hacerlo. En un incendio se corta la energía o los suministros pertinentes, se pide apoyo a Bomberos si el fuego no es controlable y se evacua el perímetro. Para sismo, tsunami o remoción en masa se aplican rutas y puntos de encuentro, detención de operaciones, evacuación conforme a las alertas oficiales e inspección antes del retorno.

Si se paraliza la captación o se altera la calidad del agua de entrada por floraciones algales u otra causa, la ficha "g. Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento" del Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional dispone evaluar el problema y notificar de inmediato a las autoridades de salud pública cuando exista una emergencia relacionada con calidad del agua, además de informar a la población y adoptar medidas protectoras. Este Proyecto produce agua desalada apta para potabilización posterior, pero no comprende la etapa final de potabilización ni la distribución domiciliaria. Por tanto, un eventual aviso a usuarios o una medida sobre el suministro distribuido requiere coordinación con el operador sanitario y las autoridades competentes; el plan de la desaladora no acredita por sí solo un mecanismo propio de abastecimiento alternativo de toda la ciudad.

Tras la emergencia, el Titular debe informar por la vía que corresponda a la SMA y, según el caso, a SERNAPESCA, Autoridad Marítima o autoridad de salud; documentar daños, resultados ambientales y acciones correctivas; y comunicar las medidas y resultados a las partes interesadas, conforme se señala en el Anexo Obs. 8, pp. 8.16-8.18, 8.33-8.34 y 8.52-8.54 de la Adenda Excepcional. El Anexo Obs. 5.3 Plan de Seguimiento Ambiental, Cuadro 5.13, añade un programa de monitoreo participativo con organizaciones de pesca, mesas de trabajo y acceso a los informes. Esa participación aporta seguimiento de mediano plazo, pero no reemplaza el aviso inmediato, la contención ni la fiscalización de una contingencia.

Observación N° 261:

Plan de contingencia: ¿Qué protocolos de respuesta rápida se han establecido?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Proyecto, en su Capítulo 7 "Plan de prevención de contingencias y de emergencias" del EIA y en su actualización contenida en el Anexo Obs. 8 "Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias" de la Adenda Excepcional, contempla protocolos de respuesta rápida para atender contingencias y emergencias, diferenciados según el tipo de riesgo y la fase del Proyecto. Estos protocolos establecen las acciones que deben desarrollarse antes, durante y después de cada evento, considerando su detección, evaluación, control, comunicación, reparación, seguimiento y posterior cierre.

A continuación, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes:

18. Definición de niveles de alerta:

Se establecen tres niveles de alerta (Alerta 1, 2 y 3), definidos en función de la magnitud y gravedad de la contingencia o emergencia. Cada nivel contempla acciones específicas de respuesta, desde situaciones que pueden ser controladas mediante recursos internos del Proyecto hasta aquellas que requieren la movilización de recursos externos y la comunicación con las autoridades competentes.

La respuesta se desarrolla siguiendo una secuencia operacional que comprende la detección de la anomalía mediante inspección, instrumentación o aviso; comunicación interna; activación del responsable de emergencia; evaluación de la magnitud; aislamiento, detención o reducción del proceso cuando corresponda; protección de trabajadores, comunidad y medio receptor; control y reparación; verificación de las condiciones de seguridad; y registro del evento. El reinicio de las instalaciones debe efectuarse únicamente después de comprobar que el sistema ha recuperado condiciones seguras y que los parámetros operacionales son compatibles con los compromisos ambientales del Proyecto.

1. Responsabilidades:

Los roles y responsabilidades se encuentran previamente definidos, incluyendo al Comité de Emergencias, Asesor Ambiental, Jefe de Proyecto y demás personal encargado de ejecutar y coordinar las acciones de respuesta.

Esta estructura permite establecer previamente quién debe evaluar la emergencia, ordenar la detención o aislamiento de equipos, coordinar los recursos disponibles, efectuar las comunicaciones internas y externas y verificar las condiciones necesarias para el restablecimiento de las operaciones.

1. Protocolos por tipo de riesgo:

Los protocolos consideran riesgos de origen antrópico, natural y aquellos relacionados con los efectos del cambio climático.

a. Riesgos antrópicos:

Se contemplan acciones específicas frente a derrames, fallas mecánicas, interrupciones de procesos, accidentes, afectación de componentes ambientales y otras contingencias propias de las fases de construcción y operación.

i. Fase de construcción:

1. Derrame de combustible y residuos no peligrosos.

2. Derrame de residuos peligrosos (RESPEL).

3. Falla o paralización en las obras marítimas.

4. Falla o detención de la programación de tronaduras.

5. Alteración de sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico o histórico.

6. Accidentes vehiculares.

Para esta fase se consideran, además, medidas preventivas como cercos, señalización, comunicación previa de tronaduras, control del tránsito y procedimientos específicos ante hallazgos arqueológicos o patrimoniales imprevistos.

ii. Fase de operación:

1. Derrame de combustible y residuos no peligrosos.

2. Derrame de sustancias peligrosas (SUSPEL).

3. Derrame de residuos peligrosos (RESPEL).

4. Déficit de suministro de insumos necesarios para la operación de la planta.

5. Falla mecánica de equipos.

6. Captura involuntaria o presencia de fauna marina en el sistema de captación.

7. Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento.

8. Roturas o fugas de agua en ductos y fallas en válvulas.

9. Taponamiento de membranas en el proceso de ósmosis inversa.

10. Fallas en los sistemas de inyección de reactivos.

11. Roturas en el sistema de inyección de antiincrustantes.

12. Fallas en el emisario de descarga de efluentes.

13. Detención de la descarga de efluentes por parámetros fuera de las condiciones establecidas.

14. Accidentes vehiculares.

En estos casos, el procedimiento general considera identificar la unidad afectada, detener o reducir el proceso cuando exista riesgo de una descarga no controlada, aislar válvulas o tramos, proteger al personal y al medio receptor, determinar la magnitud de la contingencia, controlar su fuente, ejecutar las reparaciones necesarias y verificar las condiciones del sistema antes de reiniciar la operación.

Para una falla del emisario, por ejemplo, la medida principal consiste en interrumpir o controlar la descarga cuando exista riesgo de incumplimiento de parámetros o una falla estructural, aislar el tramo comprometido, realizar su inspección y reparación y verificar posteriormente las condiciones del medio receptor mediante el seguimiento ambiental correspondiente.

b. Riesgos naturales:

El Plan contempla protocolos específicos para eventos naturales capaces de afectar las instalaciones o la seguridad de las personas, incluyendo:

i. Terremoto o sismo.

ii. Tsunami o maremoto.

iii. Remoción en masa.

Para estos escenarios se contemplan medidas preventivas, estructurales y operativas destinadas a reducir la vulnerabilidad de las instalaciones y permitir una respuesta coordinada frente a eventos de distinta magnitud.

c. Riesgos relacionados con cambio climático:

El Proyecto también considera riesgos que podrían intensificarse producto de condiciones climáticas extremas, incluyendo:

i. Incremento del riesgo de incendios debido a condiciones extremas.

ii. Aceleración de procesos de erosión e inundaciones costeras.

iii. Mayor vulnerabilidad de la infraestructura frente a fenómenos climáticos de mayor intensidad.

1. Medidas específicas de prevención:

La capacidad de respuesta ante emergencias no depende únicamente de las acciones adoptadas una vez ocurrido el evento, sino también de las medidas preventivas implementadas durante la construcción y operación. Entre ellas se consideran:

• Monitoreo e inspección de parámetros y equipos críticos, incluyendo calidad del agua, condiciones de operación, presión de filtros y manejo de sustancias peligrosas.

• Mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura relevante, incluyendo sistemas de bombeo, membranas de ósmosis inversa, ductos, válvulas y emisario submarino.

• Capacitación periódica del personal en procedimientos de seguridad, operación y respuesta ante contingencias.

• Revisión periódica de los procedimientos y protocolos de emergencia.

• Señalización y delimitación de áreas cuando corresponda.

• Disponibilidad de sistemas de comunicación y coordinación interna y externa.

1. Equipos y materiales:

El Proyecto contempla equipos, materiales e infraestructura destinados a responder frente a emergencias y contingencias, tales como extintores, elementos para la contención de derrames, geomembranas, estaciones y elementos contra incendios, sensores de monitoreo, sistemas de control y otros recursos necesarios según la naturaleza del evento.

La disponibilidad de estos elementos se complementa con los procedimientos de inspección, mantenimiento e inventario, de manera de asegurar que los recursos necesarios se encuentren disponibles cuando deban ser utilizados.

1. Notificación y seguimiento:

Los plazos y organismos que deben ser informados dependen de la naturaleza y magnitud de cada contingencia, por lo que no existe un único plazo aplicable a todos los eventos.

En caso de un derrame en el medio marino, se contempla el aviso inmediato a la Autoridad Marítima, seguido de las comunicaciones que correspondan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

Para incidentes relacionados con fauna marina, el Plan considera la comunicación a la SMA y SERNAPESCA dentro de las primeras 24 horas y, para el nivel de alerta definido en el Plan, la presentación del respectivo reporte dentro del plazo establecido, que puede considerar un informe antes de 72 horas.

En caso de fallas del emisario, se deberá controlar inicialmente el evento, interrumpir la descarga cuando corresponda y posteriormente efectuar las comunicaciones y reportes preliminares a la SMA, SERNAPESCA y demás organismos competentes conforme a lo establecido en el Plan.

Los registros asociados a cada contingencia deberán permitir identificar, entre otros aspectos, la ubicación y características del evento, su duración, los equipos involucrados, los volúmenes o sustancias comprometidas cuando corresponda, las comunicaciones efectuadas, las medidas de control y reparación implementadas y las condiciones verificadas antes del reinicio de las operaciones.

1. Seguimiento posterior y cierre de la contingencia:

Una vez controlada la emergencia, el procedimiento no finaliza con la reparación inmediata de la instalación. Debe verificarse el estado del componente ambiental eventualmente afectado y determinarse si corresponde reforzar o aplicar medidas adicionales de seguimiento.

En el componente marino, esto puede implicar la revisión de variables fisicoquímicas y biológicas contempladas en el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA). En materias relacionadas con accesos, actividades productivas o interacción con usuarios del borde costero, podrán utilizarse los registros y mecanismos contemplados en los programas de seguimiento y participación.

Asimismo, la revisión posterior deberá permitir determinar las causas del evento, evaluar la efectividad de las medidas implementadas e identificar acciones preventivas adicionales. Cuando corresponda, estos resultados deberán incorporarse en la actualización de procedimientos, capacitación del personal, mantenimiento, inventarios y demás medidas destinadas a evitar la reiteración de la contingencia.

En consecuencia, los protocolos del Proyecto establecen qué hacer antes, durante y después de una contingencia o emergencia. La capacidad de respuesta no se sustenta únicamente en disponer de teléfonos o contactos de emergencia, sino en una estructura previamente definida de responsabilidades, niveles de alerta, recursos disponibles, procedimientos de detección y control, comunicaciones diferenciadas según el evento, seguimiento posterior y registro de las acciones ejecutadas. Esta estructura permite responder oportunamente frente a una contingencia, reducir sus potenciales consecuencias sobre las personas y el medio ambiente y verificar que las instalaciones recuperen condiciones seguras antes de reiniciar su operación.

12. Observante: Nicolás Javier Salinas De La Maza

Observación N° 262:

¿Por qué no se consideraron estudios específicos y actuales para identificar las especies marinas que podrían verse afectadas por las rejillas de captación con orificios de 11 cm?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

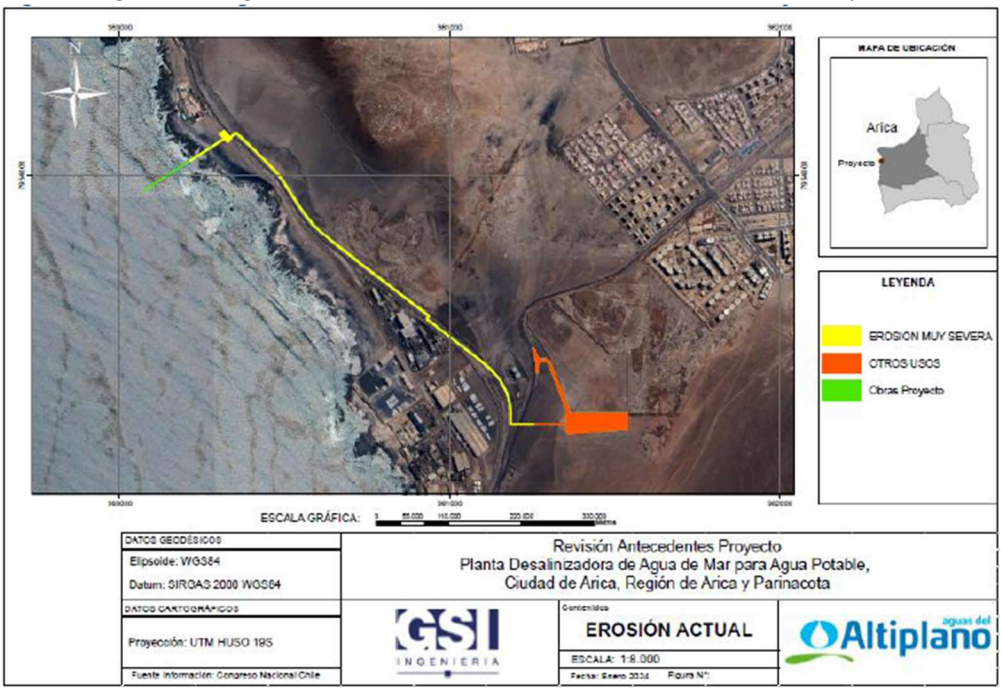
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figurta: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

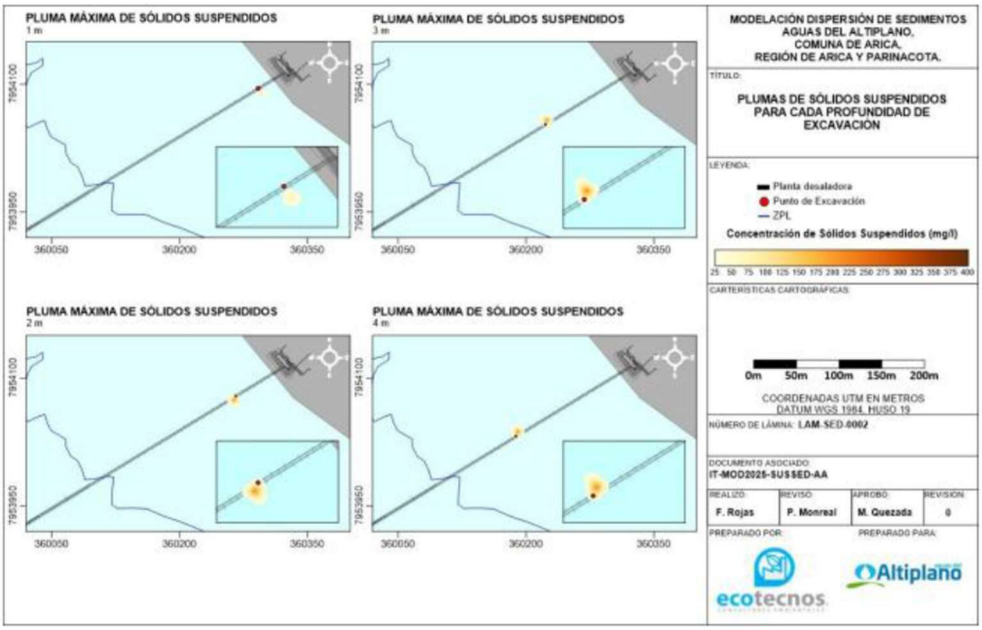
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

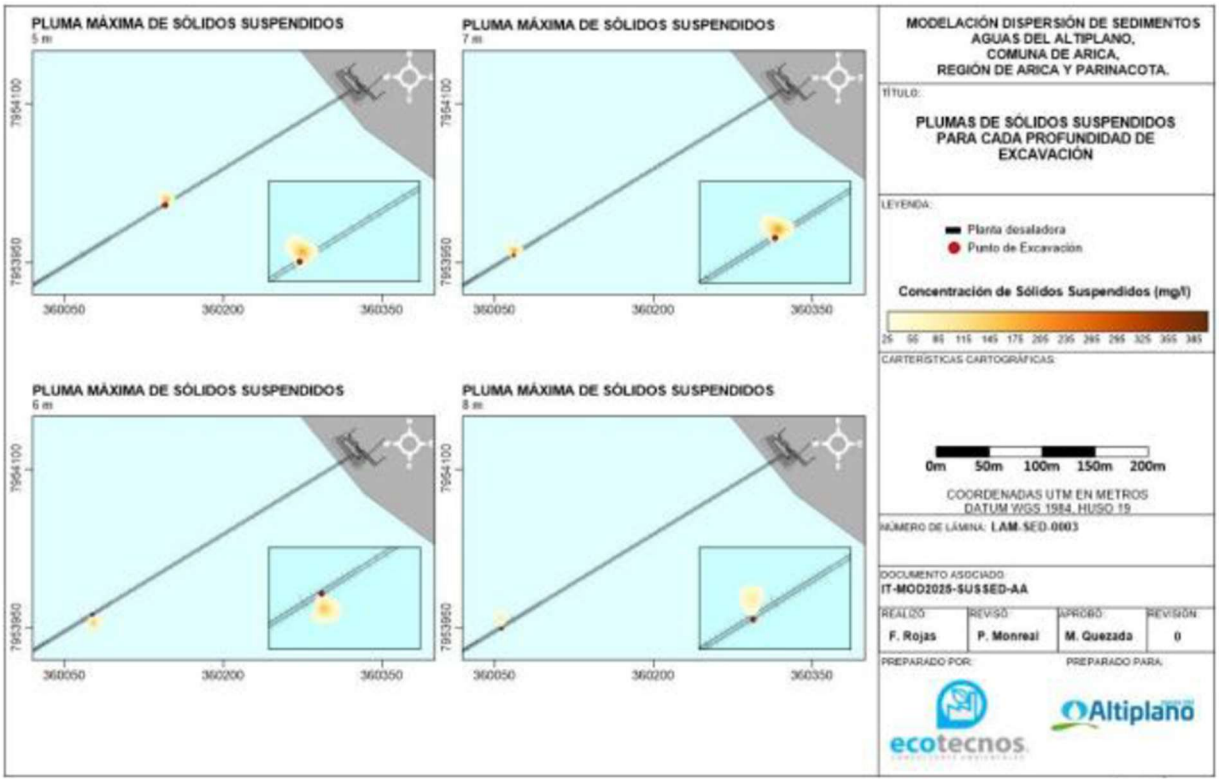
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico2

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

2 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual3

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

2. 29,5 [m] para actividades de perforación;

3. 34,3 [m] para actividades de dragado;

4. 533 [m] para actividades de embarcación;

5. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

6. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

3 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

7. 2 [m] para actividades de perforación;

8. 3 [m] para actividades de dragado;

9. 11 [m] para actividades de embarcación;

10. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

11. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

12. 613,17 [m] para actividades de perforación

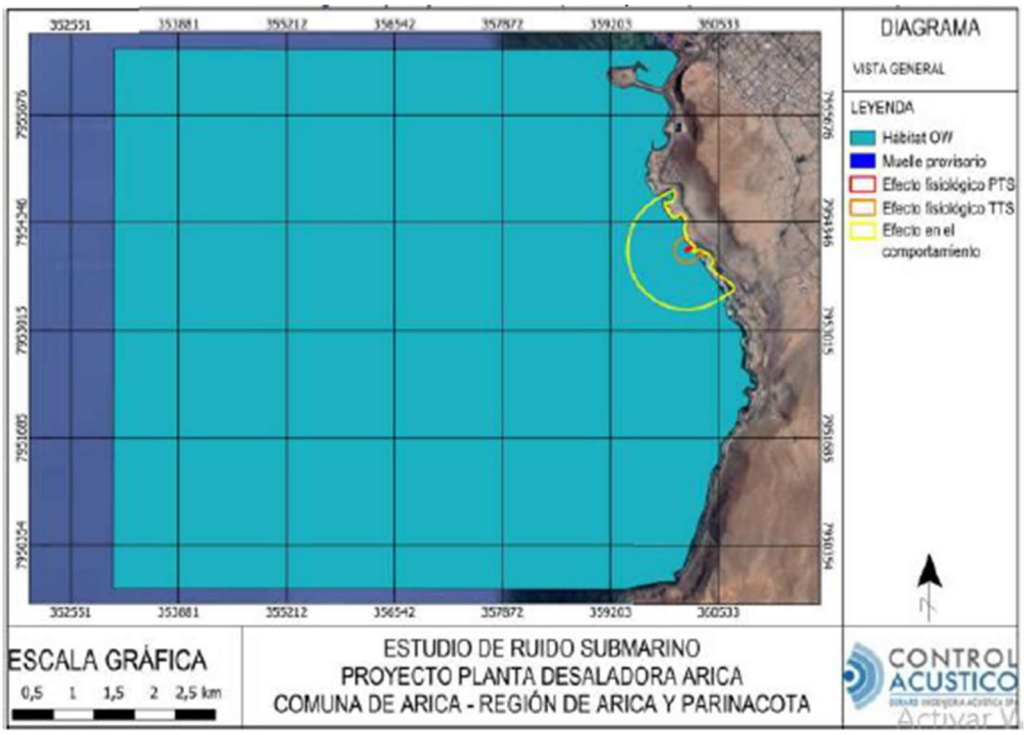
13. 730,36 [m] para actividades de dragado;

14. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

15. 3094 [m] para actividades de tronaduras

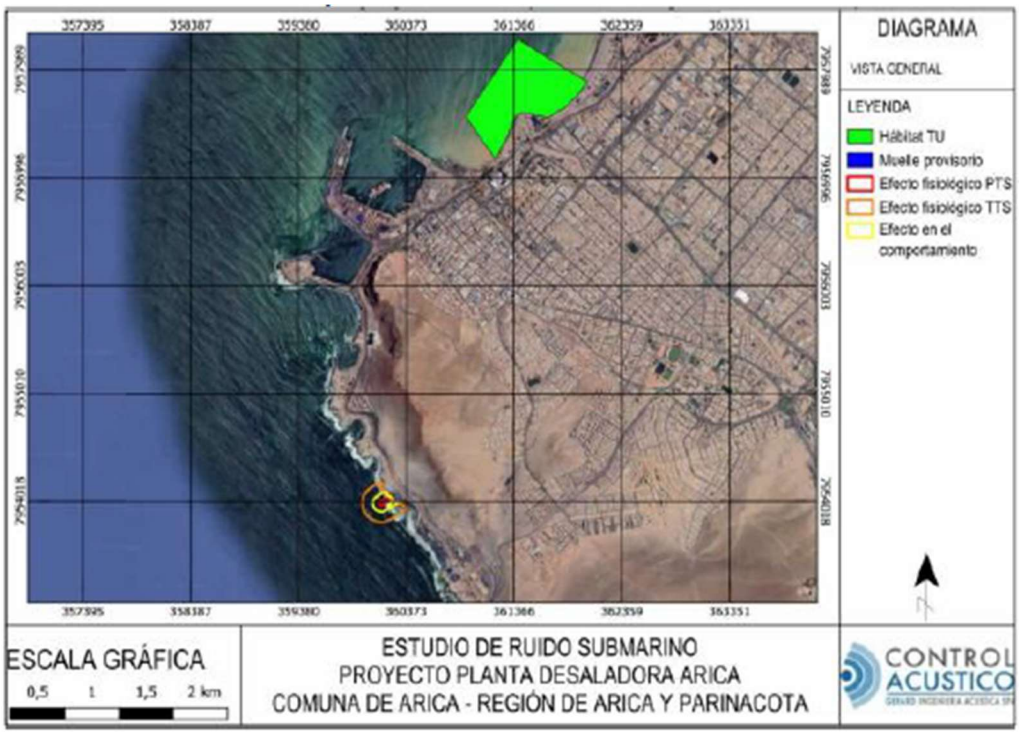
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



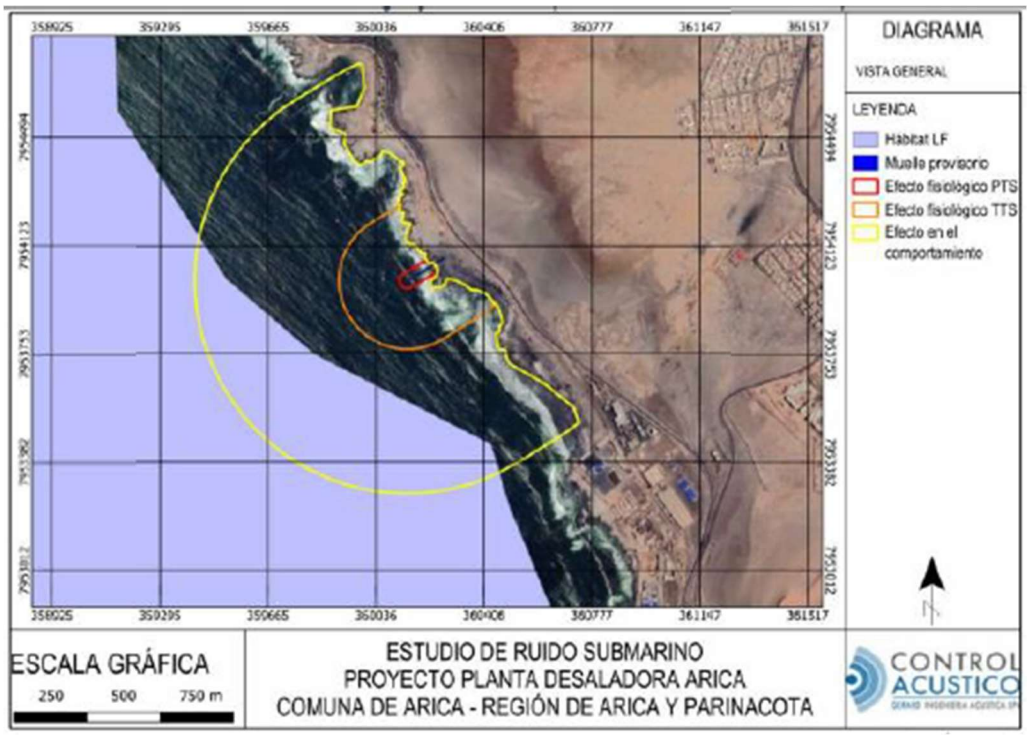
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

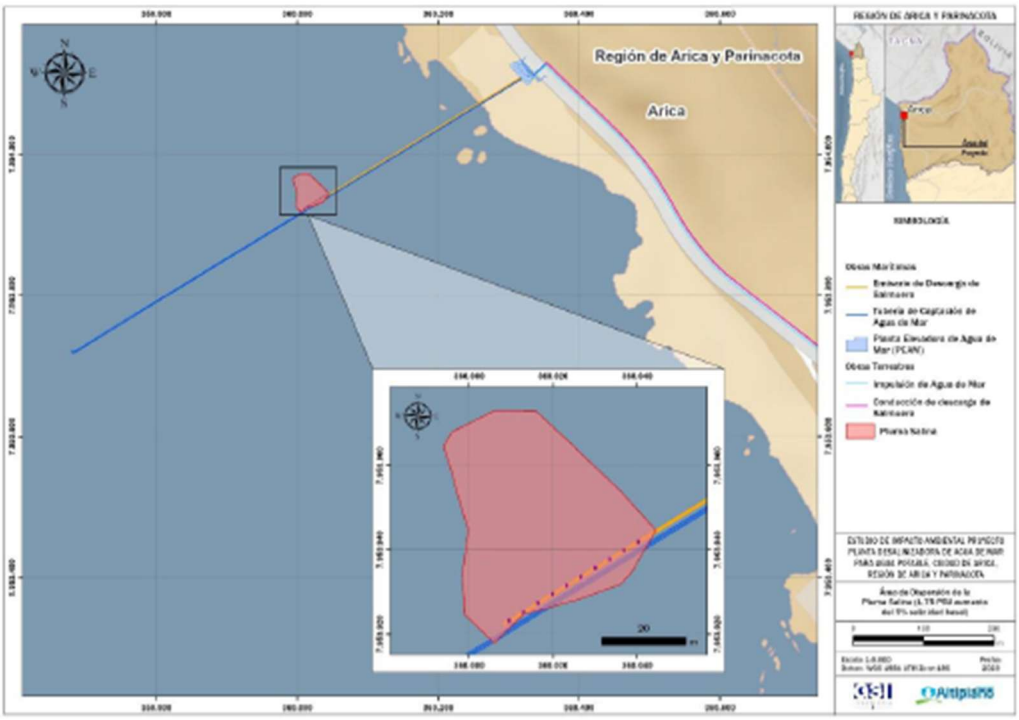
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

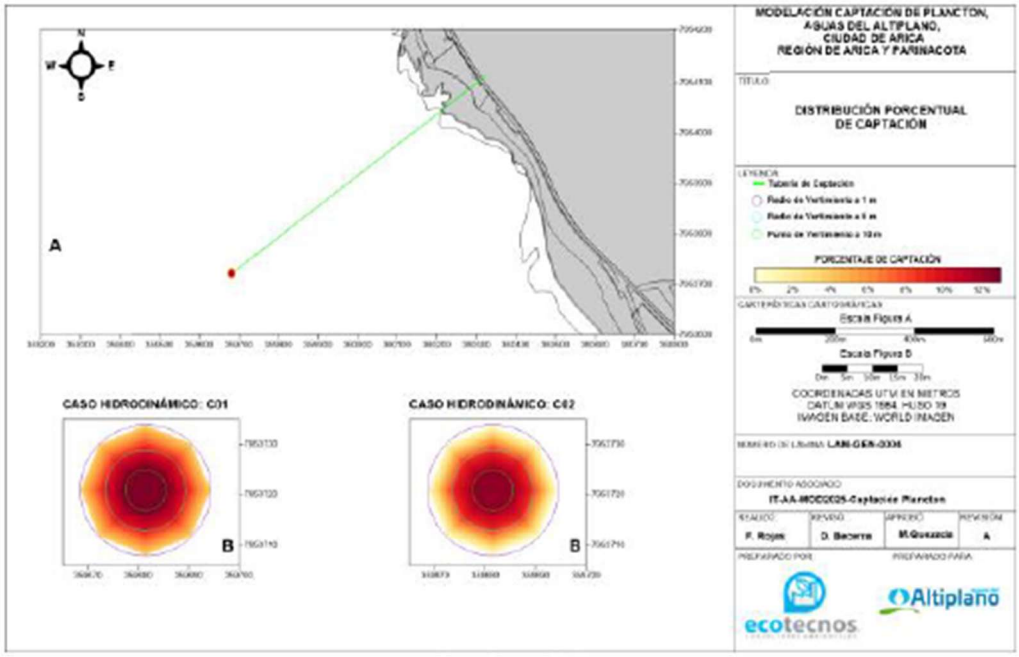
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 263:

¿Qué medidas concretas se implementarán para minimizar el impacto en estas especies y cómo se evaluará su efectividad a lo largo del tiempo?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a lo observado, cabe destacar que el proyecto considera el descarte de impactos significativo de los efectos, características y circunstancias de sus obras, partes y acciones del proyecto según lo establecido en el artículo 6 del Decreto 40/2012 Reglamento SEIA.

Es importante señalar que el Proyecto si considera la posibilidad de generar impactos no significativos relacionados a la succión de agua de mar, por lo cual el proyecto contempla un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), como se presenta en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria, con el cual hará un monitoreo del ecosistema marino, permitiendo tomar las medidas necesarias para reducir los impactos que pudiera establecer el impacto de la planta.

Por otra parte, teniendo en cuenta lo establecido en la letra f) del punto 8.9.1.2 del Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Emergencias y Contingencias considera la probabilidad de captura no deseada de fauna marina y prepara un protocolo de acción frente a su ocurrencia como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla: Existencia de fauna marina en la captación

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
Riesgo o Contingencia	Ante emergencias que involucren a una captura involuntaria de especies marinas por la captación de agua de mar
Fase del Proyecto a la que aplica	En la fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Captación de agua de mar
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de la captura no deseada de especies marinas, que puedan afectar el medio ambiente marino. Las medidas de prevención son las siguientes: 16. Existe un domo con un diámetro mayor a la tubería de captación de agua de mar, con una protección para evitar que alguna especie marina ingrese al sistema de aducción 17. La torre de captación de agua de mar está diseñada para resistir un evento sísmico o alguna amenaza externa. 18. Realizar inspección y/o mantenimiento preventivo a la torre de captación de agua de mar, y a la protección utilizada para evitar que alguna especie marina ingrese al sistema de aducción Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos
Forma de control y seguimiento	19. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 20. Registro sobre inspecciones y/o mantenimiento preventivo
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a la captura no deseada de especies marinas, que pueda afectar el medio

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
	ambiente marino. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 21. El jefe de turno deberá avisar en forma inmediata al Jefe de Emergencia, sobre la presencia de especies marinas en la cántara de agua de mar. 22. El Jefe de Emergencia solicita apoyo al asesor y personal técnico para revisar la posible rotura de la malla exterior que protege el ingreso de especies marinas al sistema de aducción. En caso de rotura, solicita la reparación apoyada por una empresa externa 23. Dependiendo de la magnitud de la emergencia (nivel 2 o 3), el Jefe de Emergencia informa al Encargado de la Oficina de SERNAPESCA, que se detectó la captura no deseada de especies marinas 24. El Jefe de Turno junto al Jefe de Emergencia inspeccionan la zona en la cual se detectó la presencia de especies marinas, a fin de evitar cualquier posible daño mayor, producto de la operación de los equipos. Luego, se restringe el acceso al sector 25. En el caso de animales o especies marinas de mayor tamaño, el Jefe de Emergencia solicita al personal especializado y autorizado de SERNAPESCA, la ejecución de labores de rescate. Estos procederán a intentar la captura del animal marino mediante el uso de carnada y una jaula. La técnica apropiada será evaluada y aplicada por personal de SERNAPESCA 26. Se inmovilizará el ejemplar mediante red y lazos para su ingreso a la jaula de contención. Se realizará una evaluación del animal, la que será efectuada por el personal de SERNAPESCA 27. El personal de SERNAPESCA se trasladará por su cuenta a la Planta Desaladora Norte 28. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento
Forma de control y seguimiento	29. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	correctivas, de acuerdo con la planificación anual 30. Registro o informe de emergencia Asimismo, el Titular se compromete a dar aviso a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y a SERNAPESCA de la jurisdicción dentro de las primeras 24 horas contadas desde el inicio del incidente y, a su costa, prestar apoyo veterinario si fuese necesario. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra f, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Observación N° 264:

¿Cómo se garantizará la protección de la biodiversidad marina durante todo el ciclo de vida del proyecto?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta de la comunidad, es importante señalar que el Proyecto al someterse a un proceso de Estudio de Impacto Ambiental dentro de SEIA, deberá dar fiel cumplimiento a la normativa ambiental vigente, contemplando todas las medidas necesarias para la preservación y cuidado de la biodiversidad. Para ello, en el punto 4.1.4.3 del Anexo 4 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Cumplimiento de la Normativa Ambiental Vigente, de la siguiente manera:

Tabla: Normativa Ambiental Aplicable a Ecosistemas Marinos

Normativa	Forma de Cumplimiento
D.S Nº 295/1986 Regula el protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Provenientes de fuentes fijas. Ministerio de Relaciones Exteriores	Durante la fase de operación, la planta desaladora generará salmuera como subproducto de su funcionamiento. Esta será descargada fuera de la Zona de Protección Litoral, cumpliendo con los límites máximos establecidos en la Tabla N° 5 del D.S. N° 90/2000 de MINSEGPRES. Es

	importante destacar que el proyecto no contempla la descarga de aguas servidas ni contaminadas al mar. La única descarga considerada corresponde a la salmuera resultante del proceso de desalación, la cual no contiene sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada.
	Para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental, se implementará un programa de monitoreo y control de parámetros operacionales, según lo establecido en el acápite 1.4 del PAS 139 del Anexo 9.8 PAS 139 del EIA, el cual se realizará semanalmente antes de la descarga del efluente. Este monitoreo verificará el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Tabla N° 5 del D.S. N° 90/2001, asegurando que la descarga se ajuste a los estándares requeridos para efluentes vertidos en cuerpos marinos fuera de la Zona de Protección Litoral.
	Además, tal como se detalla en el Capítulo 7 del EIA: Plan de Contingencias y Emergencias, se han definido acciones específicas para prevenir fallas en el emisario. Estas incluyen evaluaciones periódicas, mantenimiento preventivo del sistema de impulsión, protocolos de comunicación interna y externa en caso de emergencias, y mantenimiento de equipos y suministros esenciales para garantizar la continuidad y seguridad operativa.
	Finalmente, el proyecto ha presentado el Permiso 115 para su aprobación por DIRECTEMAR, según lo indicado en el Anexo Obs. 5.2 PAS 115 de la presente Adenda.
D.S Nº 296/1986 Convenio sobre la Protección del Medio Ambiente y la Zona Costera del	Durante la fase de operación se generará salmuera producto del funcionamiento de la planta

Pacífico Sudeste. Ministerio de Relaciones Exteriores	desaladora, la que será descargada fuera de la zona de protección litoral, cumpliendo con los límites máximos establecidos en la Tabla Nº 5 del D.S. Nº 90/00 de MINSEGPRES. El proyecto no llevará a cabo ningún tipo de descarga de aguas servidas o contaminadas al mar. Las descargas consideradas se ajustan a la producción de agua fresca, contando con un sistema de toma de agua de mar y devolviendo la salmuera, sin añadir sustancias químicas que alteren la composición química del agua captada. Se realiza un análisis de dispersión de pluma salina. Tal como se menciona en el Capítulo 7 del EIA Plan de Contingencias y Emergencias, se presenta las acciones para evitar Fallas del emisario, las cuales abarca la evaluación periódica, mantenimiento preventivo del sistema de impulsión, establecimiento de comunicación interno y externo en caso de emergencias y mantención de equipos y suministros.
D.S. N°430/1992, fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N°18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.	Durante la fase de operación se generará salmuera producto del funcionamiento de la planta desaladora, la que será descargada fuera de la zona de protección litoral, cumpliendo con los límites máximos establecidos en la Tabla Nº 5 del D.S. Nº 90/00 de MINSEGPRES. El proyecto no llevará a cabo ningún tipo de descarga de aguas servidas o contaminadas al mar. Las descargas consideradas se ajustan a la producción de agua fresca, contando con un sistema de toma de agua de mar y devolviendo la salmuera, sin añadir sustancias químicas que alteren la composición química del agua captada. Tal como se menciona en el Capítulo 7 del EIA Plan de Contingencias y Emergencias, se presenta las acciones para evitar fallas del emisario, las cuales abarca la evaluación periódica, mantenimiento preventivo del sistema de impulsión, establecimiento de comunicación interno y externo en caso de emergencias y mantención de equipos y suministros.

	Por otro lado, como Compromiso Ambiental Voluntario se establece un Plan de Vigilancia Ambiental para lo cual se solicitará a la Autoridad competente el Permiso de Pesca de investigación, previo a cualquier intervención de monitoreo en el mar. El PAS 119 se presenta en detalle en el Anexo 9.7 de este EIA.
D.S. Nº 90/2001 Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Secretaría General de la Presidencia.	Durante la fase de operación se generará salmuera producto del funcionamiento de la planta desaladora, la que será descargada fuera de la zona de protección litoral, cumpliendo con los límites máximos establecidos en la Tabla Nº 5 del D.S. Nº 90/00 de MINSEGPRES. 1. Realización de monitoreos de agua, considerando todos los parámetros de la norma, para verificar el grado cumplimiento de los requisitos. 2. La frecuencia de monitoreos, será aquella establecida en el Decreto en función de los caudales de descarga al mar. 3. Permiso 115 (Anexo 9.1 del EIA) aprobado por DIRECTEMAR
Decreto 225 Exento Establece Veda para los Recursos Hidrobiológicos que indica. Ministerio de Economía.	El proyecto de desalación ha sido diseñado considerando los principios de conservación y la normativa ambiental aplicable, en especial el Decreto Exento N° 225/1995. Para cumplir con este decreto y sus modificaciones, se implementarán las siguientes medidas en las fases de construcción y operación para proteger a los mamíferos marinos menores de comportamiento costero, entendiendo el decreto como un esfuerzo de conservación sectorial para evitar su mortalidad por actividades antrópicas. 1. Formas de cumplimiento Fase de Construcción: 1.1 Zonas de Exclusión y Monitoreo Activo: • Se establecerán zonas de exclusión alrededor del área de construcción, especialmente

en la línea de costa, para evitar la interferencia con mamíferos marinos. Estas zonas serán monitoreadas de forma continua para detectar la presencia de especies sensibles.

- Antes de iniciar actividades de construcción que involucren ruidos subacuáticos (como instalación de tuberías o estructuras sumergidas), se realizará un monitoreo visual para asegurar la ausencia de mamíferos marinos en las cercanías.

1.2 Protocolos de Parada de Actividades:

- En caso de avistamiento de mamíferos marinos dentro de un radio de 200 metros de las áreas de construcción, se detendrán inmediatamente las actividades hasta que los animales se hayan alejado a una distancia segura.

- El personal de obra estará capacitado para realizar avistamientos y notificaciones rápidas, y se contará con observadores especializados durante las fases críticas de construcción.

2. Formas de cumplimiento la Fase de Operación:

2.1 Captación de Agua con Tecnologías de Baja Interferencia:

- La toma de agua marina se diseñó con baja velocidad de succión y rejillas de exclusión para prevenir la entrada de fauna marina, reduciendo significativamente el riesgo de afectar a mamíferos marinos menores.

- Se priorizará el uso de captaciones profundas ubicadas fuera de las áreas de mayor presencia de especies costeras, minimizando la interacción con mamíferos marinos.

2.2 Gestión de la Descarga de Salmuera:

- La descarga de salmuera se realizará mediante un sistema de difusores submarinos,

	diseñados para asegurar una dilución rápida y reducir la alteración del hábitat marino cercano. Esto evita la creación de zonas de alta salinidad que podrían afectar a los mamíferos marinos que se alimentan o transitan en la zona costera. 2.3 Plan de Vigilancia Ambiental (PVA): • Durante la operación de la planta, se implementará un programa de monitoreo ambiental con campañas periódicas para evaluar la presencia y comportamiento de mamíferos marinos en las cercanías del área de captación y descarga.

Fuente: Elaboración Propia en Base a información del Anexo 4 de la Adenda Extraordinaria

Por otra parte, con el fin de resguardar la flora y fauna de los ecosistemas litorales y marinos, el proyecto también presenta los siguientes Compromisos Ambientales Voluntarios (Anexo 7 Adenda Extraordinaria)

Tabla: Compromisos Ambientales Voluntarios del Proyecto

Compromiso Ambiental Voluntario	Forma de Cumplimiento
Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad	Lugar: La perturbación controlada abarcará el área de intervención que comprende la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y las obras de Impulsión de Agua de Mar y Conducción de descarga de Salmuera (solo el sector marítimo terrestre y marítimo), así como la instalación de las faenas asociadas a la PEAM. Los vértices del polígono donde se implementará este compromiso es el siguiente. Cabe indicar que en específico se deberá liberar 30 m a la redonda de donde se utilice la maquinaria como fuente de ruido. <u>Sector Costero</u> 1 Norte: 7.954.105 Este: 360.187 2 Norte: 7.954.187 Este: 360.339

3	Norte: 7.953.864	Este: 360.624
4	Norte: 7.953.782	Este: 360.571

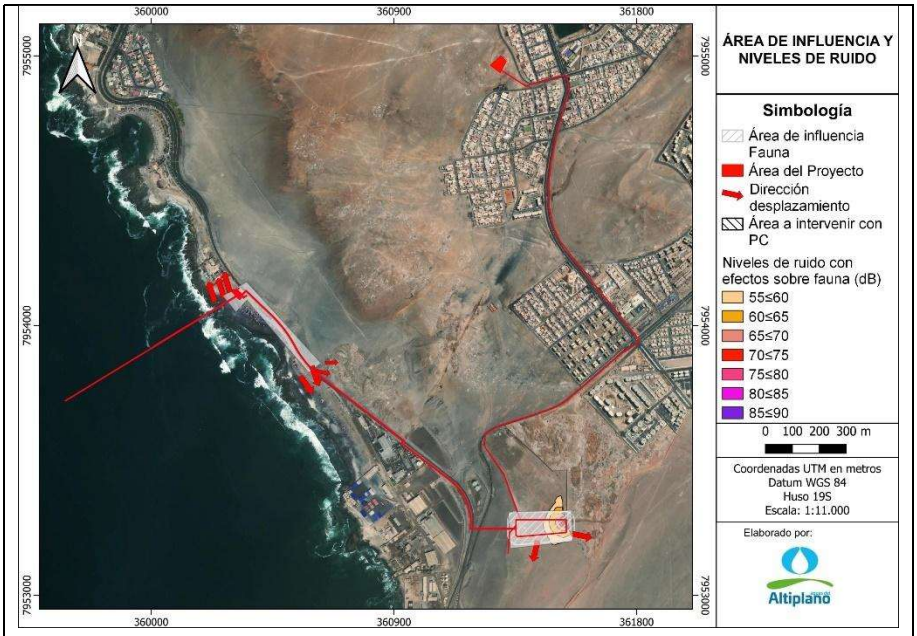
Sector PEAM

5	Norte: 7.953.301	Este: 361.236
6	Norte: 7.953.170	Este: 361.323
7	Norte: 7.953.201	Este: 361.567
8	Norte: 7.953.312	Este: 361.557

Forma: La perturbación controlada será ejecutada por un biólogo o especialista a fin, quien previamente llevará a cabo una inspección exhaustiva de todas las estructuras consideradas, con el propósito de identificar el micro-hábitat a ser intervenido. Una vez identificados los posibles refugios, como rocas, oquedades naturales y estructuras artificiales, se procederá a su remoción para facilitar la migración de los individuos hacia áreas opuestas a la zona de intervención. Este proceso se coordinará con el cronograma de actividades de las obras, asegurando que los reptiles hayan abandonado el área antes de que comience la maquinaria a trabajar en el trazado de las obras.

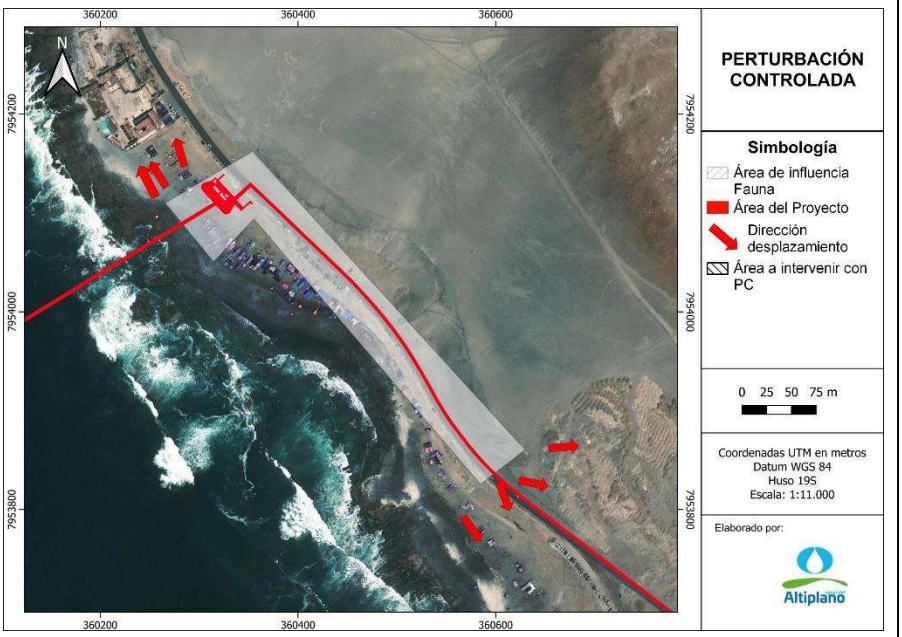
Las especies se desplazarán hacia los extremos de los polígonos donde se realizarán las actividades de perturbación controlada, esto se detalla en las figuras Figura 1, Figura 2 y Figura 3, que se presentan a continuación:

Figura 1. Vista General de los polígonos de Perturbación Controlada



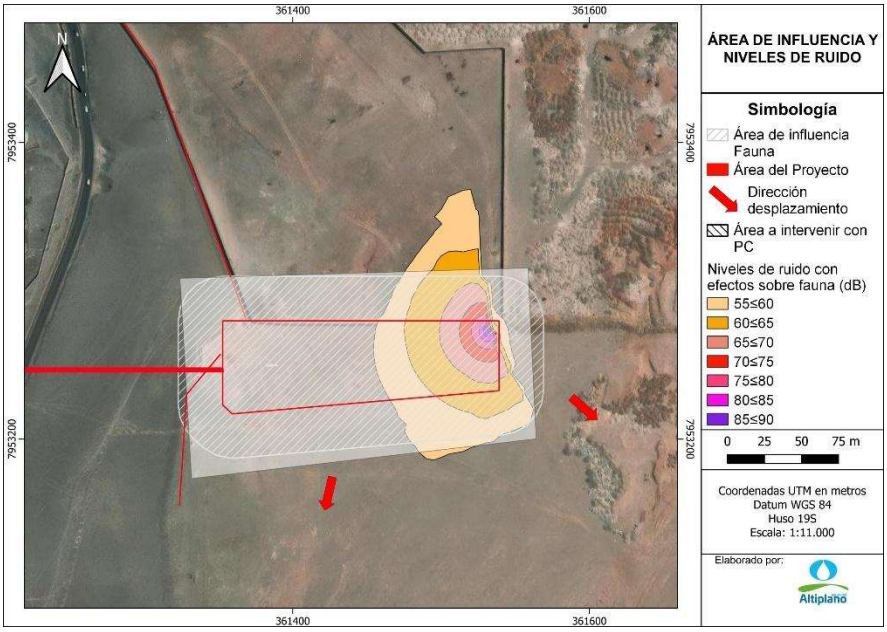
Fuente: BIOMAS, 2024.

Figura 2. Sitios hacia donde se desplazarán las especies tras la perturbación controlada en el sector costero.



Fuente: BIOMAS, 2024.

Figura 3. Sitios hacia donde se desplazarán las especies tras la perturbación controlada en el sector de instalación de las faenas asociadas a la PEAM.



Fuente: BIOMAS, 2024.

En cuanto a los sitios de refugio, se destaca que el registro de las especies de corredores avistados ha estado directamente relacionada a la presencia de elementos antrópicos en las zonas de intervención del Proyecto, que les permiten guarecerse e inclusive tomar sol para regular su temperatura corporal por las mañanas, especialmente en el sector costero. Es por esta razón, que asociada a la perturbación controlada se debe realizar el desplazamiento de estos objetos, hacia las áreas de destino indicados en las figuras Figura 1, Figura 2 y Figura 3, ya que les permitiría una adaptación más rápida y efectiva a estos sectores. Es importante destacar que este es un sector extremadamente transitado por lo que se podría solicitar apoyo a la Municipalidad de Arica, previo a la ejecución de las obras.

	Finalmente, debido a que la mayoría de los registros se produjeron en el sector costero, se estima que el 90% del desplazamiento de individuos por Perturbación Controlada se realizará en el sector de las obras de Impulsión de Agua de Mar y Conducción de descarga de Salmuera. Estando el desplazamiento concentrado en el sector norte de la Figura 2 (C: 360219.51 m E, 7954124.25 m S). Implementación: Esta medida deberá implementarse como máximo cinco (5) días antes del inicio de las obras del Proyecto.
Monitoreo de Avifauna	Lugar: El monitoreo de avifauna abarcará el área de intervención que comprende la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y las obras de Impulsión de Agua de Mar y Conducción de descarga de Salmuera (solo el sector marítimo terrestre y marítimo), así como la instalación de las faenas asociadas a la PEAM. Los vértices de inicio y final del área donde se implementará este compromiso es el siguiente. 1 INICIO: Norte: 7.954.140 Este: 360.171 2 FIN: Norte: 7.953.848 Este: 360.502 Forma: El monitoreo de avifauna será ejecutado por un biólogo o especialista a fin, quien previamente llevará a cabo una inspección exhaustiva del área a intervenir, de modo de identificar lugares de ocupación o de interés para las aves, en caso de existir. Una vez identificada el área a intervenir, se procederá con los POF o transectos, a modo de definir la abundancia y riqueza de especies de aves costeras. Se podrá utilizar binoculares y cámara para obtener fotografías. Este proceso se coordinará con el cronograma de actividades de las obras, por lo que el primer monitoreo se deberá realizar al menos 5 días antes de la intervención en el borde costero. Implementación: Esta medida deberá implementarse como máximo cinco (5) días antes del inicio de las obras del Proyecto (fase de construcción), y luego cada 6 meses durante la fase de construcción del Proyecto.

	Para el caso de los quirópteros y las especies del plan RECOGE, la implementación se extiende por 5 años, y se realizará durante estaciones de primavera y otoño.
Disuasión Lobos Marinos (Otaria flavescens)	Lugar: El lugar a implementar este compromiso ambiental voluntario se asocia al lugar donde se emplazarán las obras marítimas, es decir la tubería de captación y el emisario de descarga de salmuera, además donde se construirá el muelle provisorio (obra temporal). Forma: Se desarrollará de forma previa a la entrada de maquinarias de perforadora y draga, además cuando se ejecuten la tronadura y el hincado de pilotes. El responsable será el encargado de dar el pie al inicio de las maquinarias y/o actividades. Oportunidad de Implementación: Se deberá realizar previo a la entrada de maquinarias para obras subacuáticas.
Protección de la Fauna Marina durante Tronaduras	Lugar: Zona de intervención marina del proyecto, particularmente en el área de instalación de estructuras submarinas y actividades focalizadas de alto nivel de ruido. Forma: Mediante personal capacitado (observadores marinos y especialistas en monitoreo acústico submarino), utilizando equipos de registro hidroacústico y protocolos de observación estandarizados Oportunidad de Implementación: Antes y durante las actividades que generen ruido o alteraciones en el hábitat marino. Mientras que el monitoreo acústico de la cortina de burbujas se realizará antes y durante la operación de la cortina, para verificar su eficacia en tiempo real y ajustar la potencia o cobertura del sistema si fuese necesario
Protección de la Fauna Marina mediante Cortina de Burbujas durante Tronaduras	Lugar: Sectores marinos del proyecto donde se ejecuten tronaduras submarinas asociadas a la excavación de zanjas, dentro de la zona de exclusión de 30 m definida para cada banco.

	Forma: Instalación y operación de una cortina de burbujas de doble anillo, desplegada mediante barcaza de apoyo, alimentada por compresores de aire y posicionada alrededor del banco a tronar.
	Oportunidad: La cortina será instalada y energizada previo a cada tronadura, manteniéndose operativa durante la detonación y por un periodo posterior para la disipación de energía remanente.

Fuente: Elaboración Propia en Base a Información del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria.

13. Observante: Rosa Amalia Castillo Rojas

Observación N° 266:

Asistí a una de las reuniones donde se explicaba el proyecto y no vi que esta agua desalinizada se convierta en agua potable, según lo que he leído en muchos documentos, principalmente en un informe de la ONU, es que este proyecto no es aprobado por dicha entidad, ya que el impacto ambiental es fatal, sin dejar fuera que además de ello, serán perjudicadas muchas familias de pescadores artesanales, buzos, recolectores de orilla, siendo que la playa donde se piensa construir, arenillas negras, es un sector rico en productos marinos que les da el único sustento que tenemos, me imagino que además de eso, el mar puede ir cambiando su forma, por las corrientes que pueden llevar la salinidad a otros sectores, como playas cercanas que son usadas para recreación y deportes que también nos han dado orgullo a nuestra ciudad.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada acerca del objetivo del uso del agua por parte de la planta desalinizadora, se informa que el Proyecto nace, precisamente, como una respuesta a la creciente necesidad de la comunidad en relación con el acceso y consumo de agua potable, especialmente en una región que enfrenta desafíos significativos relacionados con la escasez hídrica. La Ley Ambiental, en su enfoque de desarrollo sustentable, establece principios rectores que enfatizan el derecho y el deber tanto del Estado como de la sociedad para contribuir al bienestar de la población y al sostenimiento del planeta. En este sentido, el Proyecto se ajusta a dichos principios al procurar un uso eficiente y responsable de los recursos naturales, particularmente del agua, un bien escaso en la zona. El Proyecto no solo busca atender las necesidades de consumo de agua potable, sino que también se ha diseñado con el compromiso de minimizar su impacto ambiental y de cumplir con las normativas vigentes en Chile. Con esto, se asegura que la infraestructura se desarrolle de manera que no comprometa la sostenibilidad del entorno natural ni la calidad de vida de las comunidades cercanas. Al mismo tiempo, se implementan medidas de mitigación para proteger los ecosistemas locales, lo que refleja el compromiso del proyecto con la sostenibilidad y el desarrollo equilibrado. De este modo, el Proyecto se compromete a ajustarse con los principios rectores de la Ley Ambiental, promoviendo el bienestar social, el equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente, y respondiendo a una necesidad urgente de la comunidad en el contexto de la escasez hídrica que afecta a la región.

Para que este Proyecto se implemente es relevante que haya proximidad al borde costero, debido a que es necesaria la captación de agua de mar a una distancia razonablemente reducida entre la planta y los puntos de demanda de agua potable, debido a que esto reduce el consumo energético en el bombeo de agua y finalmente, hacen viable el proyecto. Adicionalmente, y con el fin de disminuir riesgos y facilitar la reposición en casos de emergencia climática como tsunamis, la PTOI no puede

estar en el área de inundación, según el SHOA (Ver Capítulo 1. Descripción de Proyecto, 1.3.5. Justificación de su localización).

Ahora bien, respecto a la tubería del emisario submarino, que tendrá la función de transportar la salmuera de rechazo desde la PTOI hasta el punto de descarga en el mar, ésta tendría una distancia de 367 metros y su punto de descarga ha sido diseñado considerando estar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La ZPL está fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, con el rigor de procedimientos y requerimientos necesarios para su determinación para aquellos proyectos que consideran descargar residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos, mediante emisarios submarinos, por lo que estos criterios son válidos para este proyecto (Ver Circular de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Ordinario N° a-53/004).

Adicionalmente y con el fin de manejar la descarga de salmuera de rechazo, se incorporaron una serie de 8 difusores que tienen el objetivo de generar una rápida y efectiva dispersión y dilución de la concentración salina. Esta tecnología se ubica espaciada a intervalos de 4 metros entre sí, en los últimos 40 metros del emisario. Asimismo, el diseño del Proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde viven y se adaptan especies (Ver Capítulo 3. Línea de Base, 3.3.7. Ecosistemas Marinos, Capítulo 4. Predicción y Evaluación de Impactos, 4.3.1.3. Ecosistemas Marinos).

A su vez, la descarga del Proyecto se produce en un sector acotado de agua con mayor concentración de sales minerales, sin embargo, durante el proceso se incorporarán tecnologías que serán las encargadas de una rápida dispersión para que, posteriormente, exista una dilución de esta concentración salina. Adicionalmente, el diseño del proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde incluso viven y se adaptan especies.

El Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

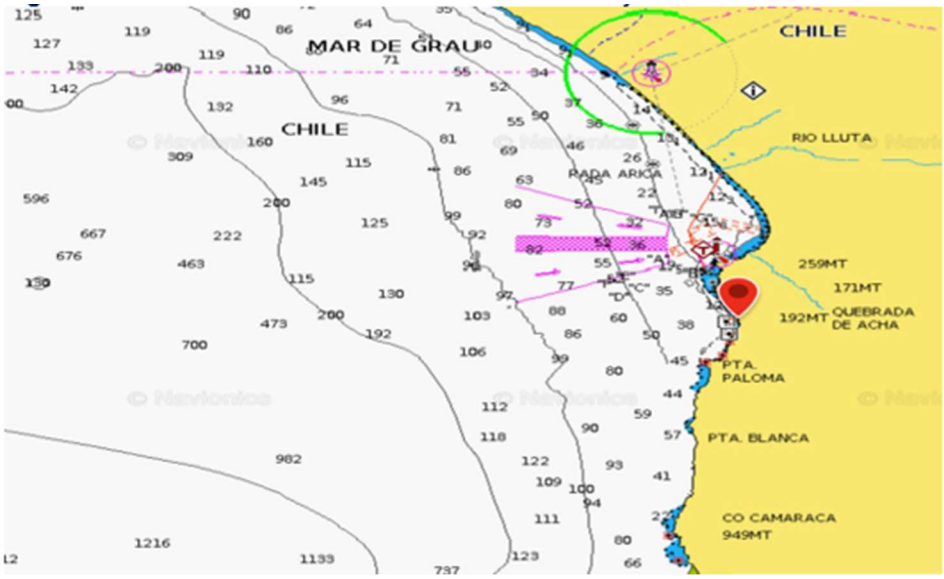
Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

En cuanto a la caracterización realizada respecto del uso actual del área, de acuerdo con la información recopilada por el Titular y presentada durante la evaluación ambiental del Estudio, este sector es utilizado como zona de acceso al mar y área de trabajo, donde se desarrollan distintas actividades relacionadas con la extracción de recursos marinos. Las actividades se realizan tanto desde la orilla como desde embarcaciones menores, dependiendo del tipo de recurso que se busca y de las condiciones del mar. Entre las principales actividades que se desarrollan en el litoral cercano a Arenillas Negras se encuentran la pesca artesanal, generalmente desde embarcaciones menores; buceo mariscador, mediante el cual se extraen recursos desde el fondo marino y recolección de orilla, que consiste en la extracción manual de recursos en la zona intermareal. Las actividades no se concentran en un solo punto, sino que se desarrollan a lo largo del litoral y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones del mar.

En relación con las profundidades en que se desarrollan estas actividades, se puede distinguir lo siguiente:

1. Entre el veril 1 y 30 metros de profundidad: En este rango se concentran principalmente las actividades de buzos mariscadores y recolectores de orilla, ya que corresponde a zonas más cercanas a la costa donde habitualmente se encuentran los recursos que recolectan.
2. Entre el veril 30 y 50 metros de profundidad: En este rango, de mayor profundidad, las actividades son realizadas principalmente por pescadores artesanales, quienes operan en un área más amplia del mar y acceden a recursos que se encuentran en estos sectores.

Estos rangos de profundidad no son exclusivos del sector del Proyecto, sino que se extienden a lo largo de todo el litoral de Arica, formando parte de la configuración natural de la costa, lo que se puede observar en la siguiente figura elaborada a partir de información oficial, donde se muestra la continuidad de estos veriles en el borde costero:



Fuente: Gisoc, Con Base En Software Navionics. El Sector Donde Se Ubica El Proyecto Se Indica En Color Rojo. Los Metros De Profundidad Se Indican En Números Asociados A Las Líneas Batimétricas.

Como se puede ver, el área donde se emplaza el Proyecto corresponde a una parte del litoral donde estas actividades se desarrollan de manera habitual, al igual que en otros sectores de la costa.

Durante la fase de construcción del Proyecto se desarrollarán diversas obras en el borde costero y en el sector marino frente a Playa Arenillas Negras. Estas actividades implican una interacción con las labores que habitualmente realizan pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, principalmente debido a la ocupación temporal de un sector específico del mar y a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la ejecución de las obras. La interacción se produce porque, mientras se ejecutan los trabajos, será necesario establecer áreas de resguardo en torno a las faenas marítimas. Estas áreas corresponden a zonas acotadas en las que, por motivos de seguridad, se restringe temporalmente el tránsito de embarcaciones y el acceso de personas. Su implementación responde a prácticas habituales en este tipo de proyectos y tiene por finalidad evitar accidentes durante el desarrollo de actividades constructivas.

Adicionalmente, el Proyecto contempla la ejecución de tronaduras controladas, las cuales constituyen actividades puntuales y de corta duración. Durante su realización, las zonas de seguridad pueden ampliarse momentáneamente, con el objetivo de proteger tanto a trabajadores como a terceros que pudieran encontrarse en las cercanías. No obstante, una vez finalizada cada tronadura, estas restricciones se levantan y el área vuelve a quedar disponible para su uso habitual. Las actividades de pesca, buceo y recolección no se desarrollan de manera fija en un único punto del litoral, sino que se distribuyen a lo largo de la costa y abarcan distintos rangos de profundidad, dependiendo del tipo de recurso que se busca extraer y de las condiciones del mar. En este sentido, el área específica donde se ejecutarán las obras corresponde solo a una fracción del espacio total utilizado por los pescadores y recolectores.

De esta forma, durante la fase de construcción, la interacción entre el proyecto y las actividades pesqueras y recolectoras se caracteriza principalmente por la existencia de restricciones temporales y localizadas en el acceso a un sector acotado del mar, manteniéndose disponible el resto del litoral para el desarrollo de estas actividades.

Una vez finalizadas las obras de construcción, cesan las actividades en el mar asociadas a la ejecución del Proyecto, por lo que desaparecen las zonas de resguardo y no se requieren nuevas restricciones de acceso. En consecuencia, el borde costero y el espacio marino vuelven a estar completamente disponibles para el desarrollo de las actividades habituales de pesca, buceo y recolección.

En la fase de operación, la principal interacción del proyecto con el medio marino corresponde a la descarga de salmuera, que es el flujo de agua de mar con una mayor concentración de sales generado por el proceso de desalinización. Al respecto, es importante precisar que la salmuera generada por el proyecto presenta una salinidad que es aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar del sector. Considerando que la salinidad natural es del orden de 34,9 g/L, esto implica que la salmuera alcanza valores cercanos a 36,6 g/L, lo que representa un incremento acotado respecto de las condiciones de base del medio marino.

Con el objetivo de evaluar si esta diferencia puede generar efectos en los organismos marinos, se realizaron estudios de toxicidad con especies representativas. Los resultados indican que no se observan efectos en condiciones naturales del mar, y que los efectos de mayor relevancia en los organismos se presentan recién a salinidades del orden de 44 g/L, es decir, a concentraciones significativamente superiores a las que genera la salmuera del proyecto.

Al comparar estos valores con la salinidad de la salmuera, se observa que esta se encuentra muy por debajo de los niveles en los que se producen efectos en los organismos, lo que permite descartar la ocurrencia de efectos tóxicos asociados al incremento de salinidad. Adicionalmente, en condiciones reales de operación, la salmuera descargada no permanece concentrada, ya que al ingresar al mar se mezcla rápidamente con el agua circundante. Este proceso de dilución ocurre en un área cercana al punto de descarga, reduciendo aún más la salinidad en cortas distancias y evitando que se mantengan concentraciones elevadas en el tiempo o en sectores más amplios.

En este sentido, las condiciones necesarias para generar efectos en organismos marinos no se alcanzan en el área de influencia del proyecto, ni espacial ni temporalmente. Por lo tanto, la descarga de salmuera no genera una alteración relevante en la calidad del agua ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos.

En consecuencia, durante la fase de operación no existen restricciones de acceso al mar, las actividades de pesca, buceo y recolección pueden desarrollarse con normalidad, y las condiciones del medio marino se mantienen comparables a las existentes previamente.

A partir del análisis presentado, es posible evaluar si el proyecto genera efectos sobre las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla que se desarrollan en el sector de Arenillas Negras:

1. En primer lugar, durante la fase de construcción, las principales interacciones identificadas corresponden a restricciones temporales de acceso al mar en el área donde se ejecutarán las obras. Estas restricciones se deben a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la realización de actividades como trabajos marítimos y tronaduras controladas. No obstante, dichas restricciones presentan características acotadas, tanto en el tiempo como en el espacio. En efecto, se aplican únicamente durante el período en que se desarrollan las obras y se limitan al área directa de trabajo, la cual corresponde a una porción reducida del litoral. Considerando que las actividades de pesca, buceo y recolección se desarrollan a lo largo de toda la costa y no se concentran en un único punto, estas restricciones no impiden la continuidad de dichas actividades en otros sectores cercanos. Asimismo, una vez finalizadas las obras, cesan completamente estas restricciones, permitiendo que el área intervenida vuelva a estar disponible para su uso habitual.
2. Durante la fase de operación del proyecto, no se generan restricciones de acceso al mar, por lo que las actividades pueden desarrollarse con normalidad. En esta fase, la única interacción relevante corresponde a la descarga de salmuera, la que presenta un aumento acotado de salinidad respecto de las condiciones naturales del mar (del orden de un 5%), alcanzando valores cercanos

a 36,6 g/L. Estos niveles se encuentran muy por debajo de las concentraciones en las que se generan efectos en organismos marinos, los cuales se presentan recién a valores cercanos a 44 g/L. Adicionalmente, la descarga de salmuera se diluye rápidamente en el medio marino, reduciendo su concentración en un área cercana al punto de descarga y evitando que se mantengan niveles elevados en el tiempo o en sectores más amplios.

Por lo anterior, no se prevé una alteración en la calidad del agua, ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos, que sustentan las actividades de pesca y recolección, tanto en la fase de construcción, como de operación. En síntesis, el Proyecto:

- No genera una pérdida permanente del acceso al mar;
- No implica la desaparición ni disminución significativa de los recursos hidrobiológicos; y
- No altera las condiciones que permiten el desarrollo de las actividades tradicionales del borde costero.

En consecuencia, se concluye que el proyecto no produce efectos significativos sobre los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos vinculados a la pesca artesanal y recolección de orilla, ya que las interacciones identificadas son de carácter temporal, acotadas espacialmente y no afectan de manera permanente el uso del territorio ni los recursos asociados.

Por último, el Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda) que se implementará tiene como fin garantizar que la comunidad tenga un rol activo en la supervisión del Proyecto, al incluir talleres informativos, recorridos para los residentes y un canal de comunicación constante, lo que asegura la transparencia y la inclusión de la comunidad en el proceso.

14. Observante: Jacqueline María Bustillos Mamani

Observación N° 265:

Como representante de la Comunidad Indígena Marka Masi No estamos de acuerdo con la instalación de esta planta desalinizadora, por el gran impacto destructivo de la flora y fauna de nuestras costas y del mar. Estas empresas disfrazan la muerte para las especies marinas con que son sustentables. consideramos que cada gobierno debe parar con darles el pase a estas empresas que solo piensan enriquecerse a costa de dejar la Región como una Zona de Sacrificio. El monopolio de estas empresas que nos cobran por el agua que sale de las napas subterráneas que nos pertenecen y nos cobran por ellas. y que además tienen la ciudad llena de socavones y calles en mal estado por sus reparaciones. Arica tiene agua de sobra con las reservas de agua que se encuentran en la concordia.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de

descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

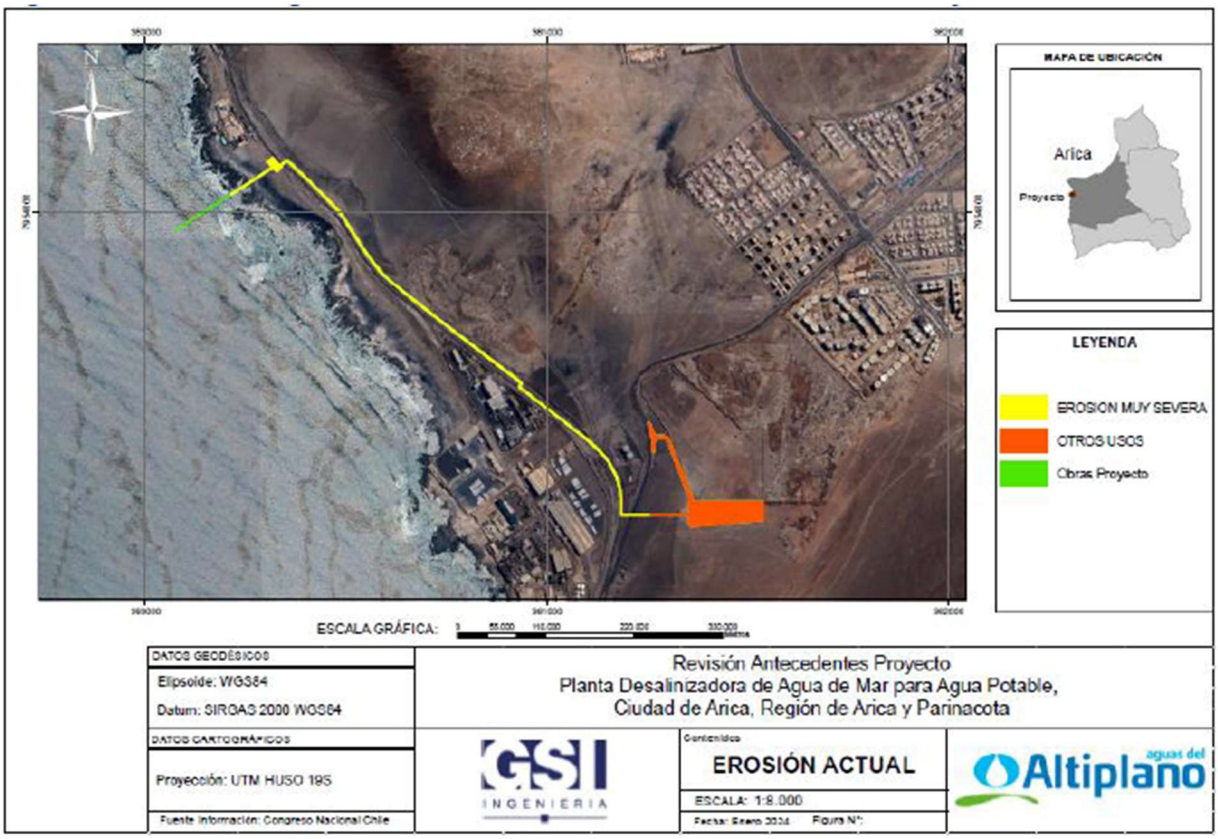
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

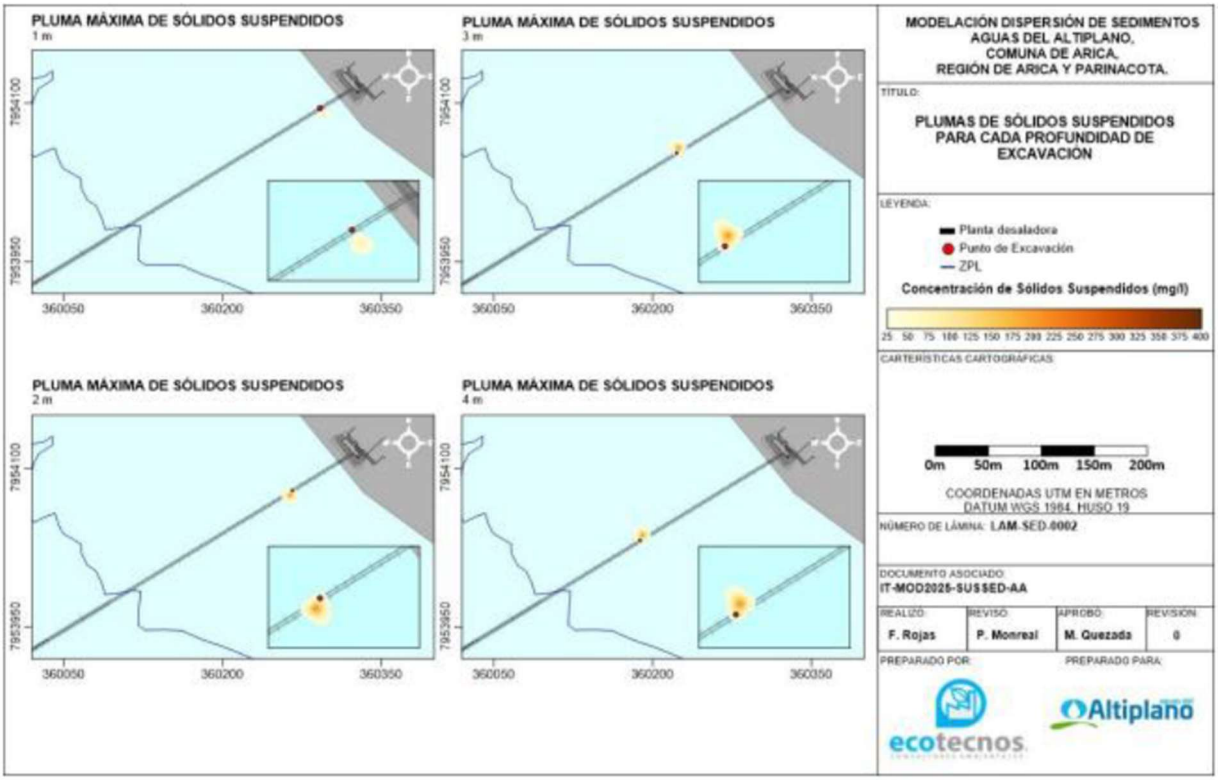
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

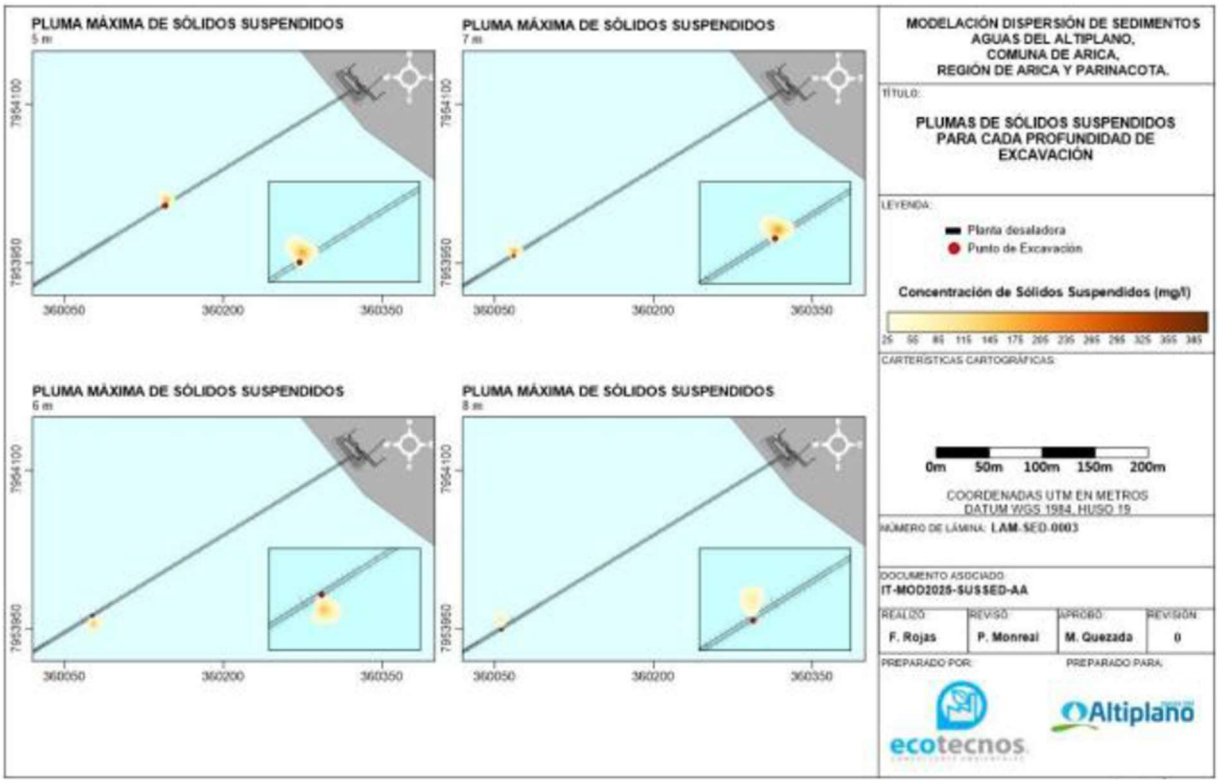
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico4

4 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual5

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

5 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

4. 29,5 [m] para actividades de perforación;

5. 34,3 [m] para actividades de dragado;

6. 533 [m] para actividades de embarcación;

7. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

8. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

9. 2 [m] para actividades de perforación;

10. 3 [m] para actividades de dragado;

11. 11 [m] para actividades de embarcación;

12. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

13. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

14. 613,17 [m] para actividades de perforación

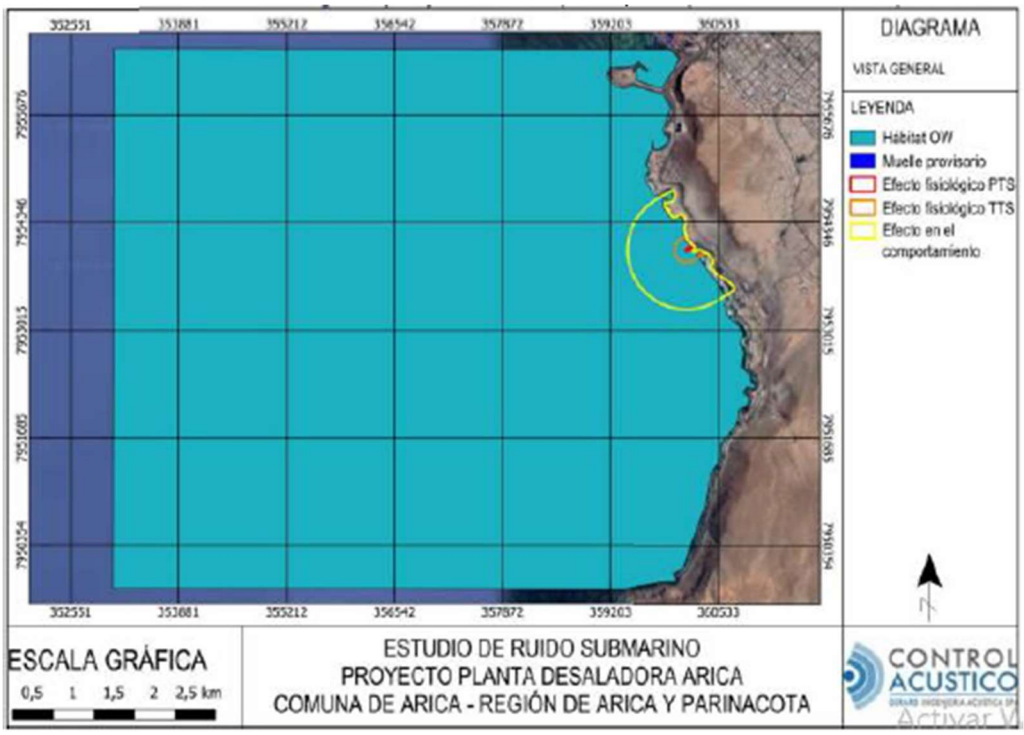
15. 730,36 [m] para actividades de dragado;

16. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

17. 3094 [m] para actividades de tronaduras

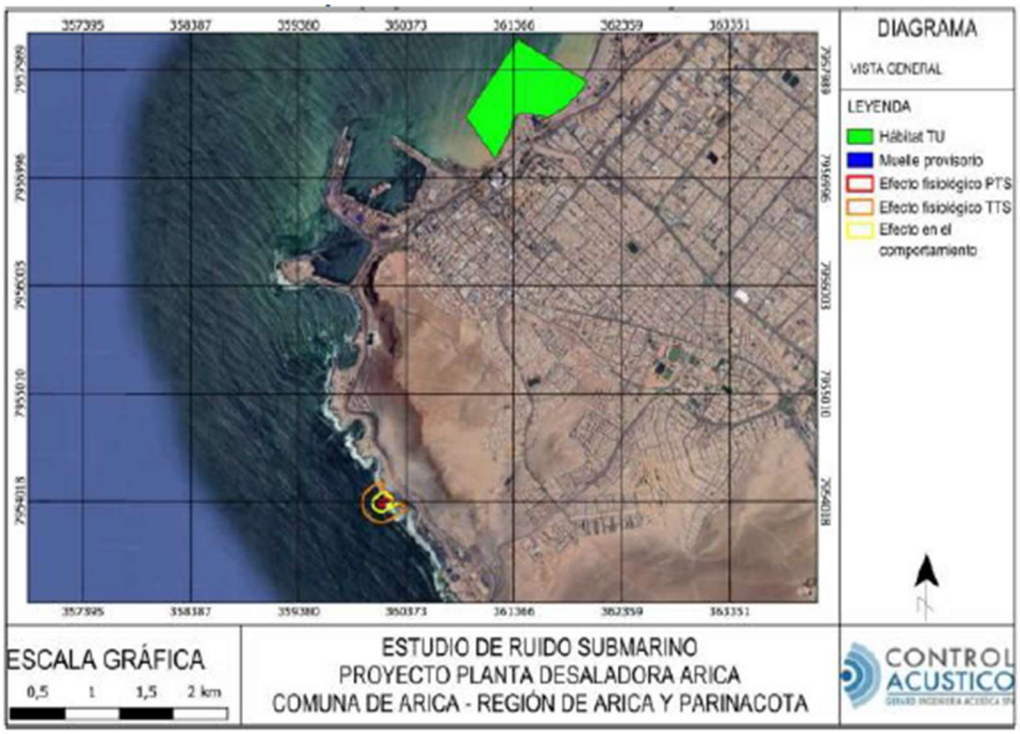
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



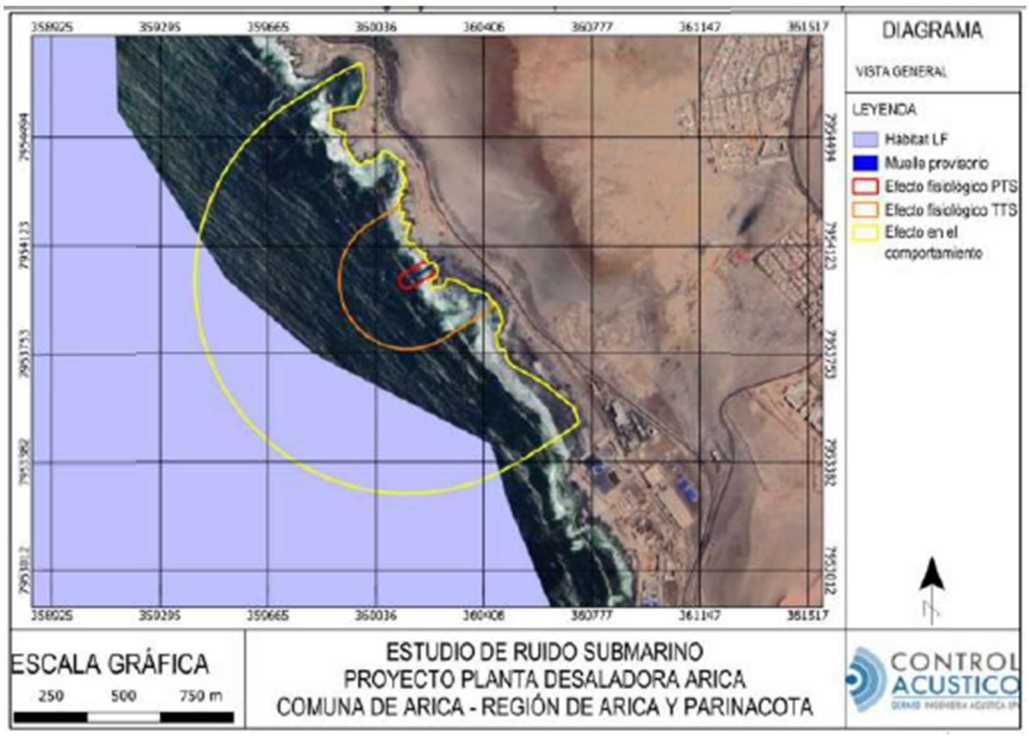
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

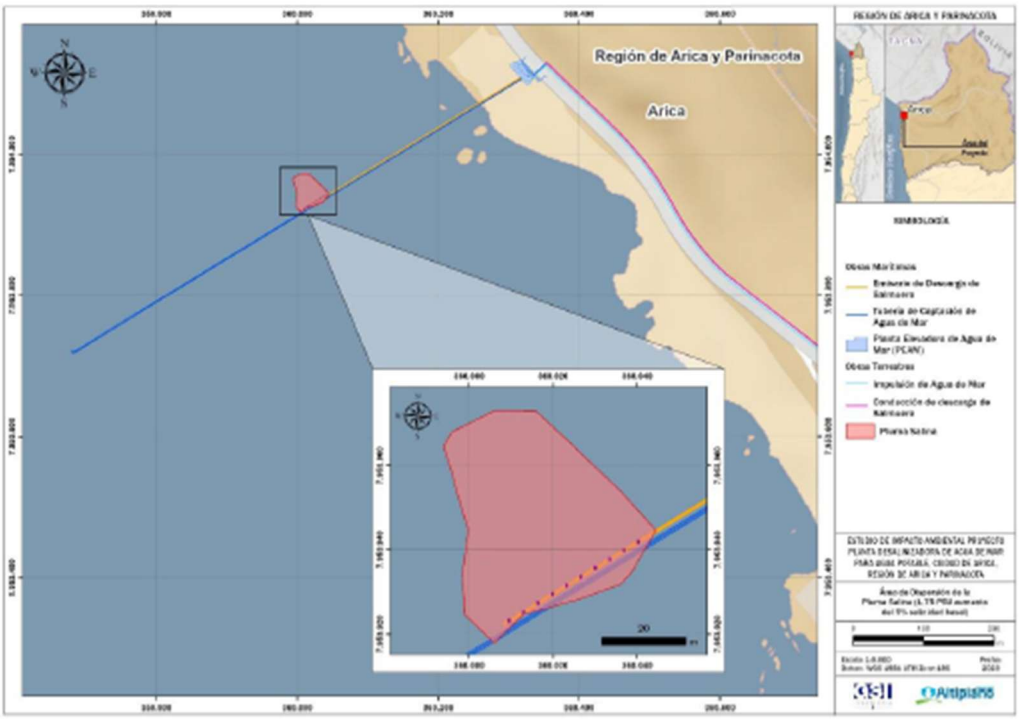
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

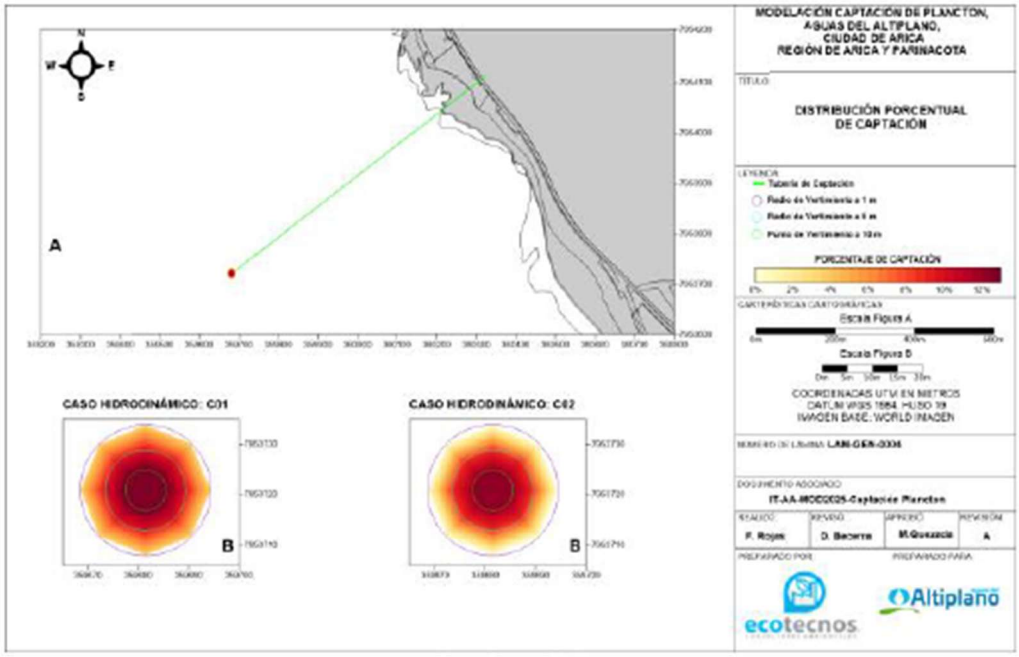
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

15. Observante: Alejandro Antonio Acevedo Villalobos

Observación N° 18:

La desaladora: afectara totalmente el medio ambiente de toda vida marina en el lugar y sus alrededores

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, para aclarar el concepto de "medio ambiente de toda vida marina" se hablará de ecosistemas marinos y ecosistemas litorales, ya que, según lo establecido en la Guía para Predicción y Evaluación de Impactos en Ecosistemas Marinos en el SEIA, un ecosistema "*corresponde a uno de los niveles de organización de la biodiversidad. Referido al complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional*".

Desde esta perspectiva y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de

descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

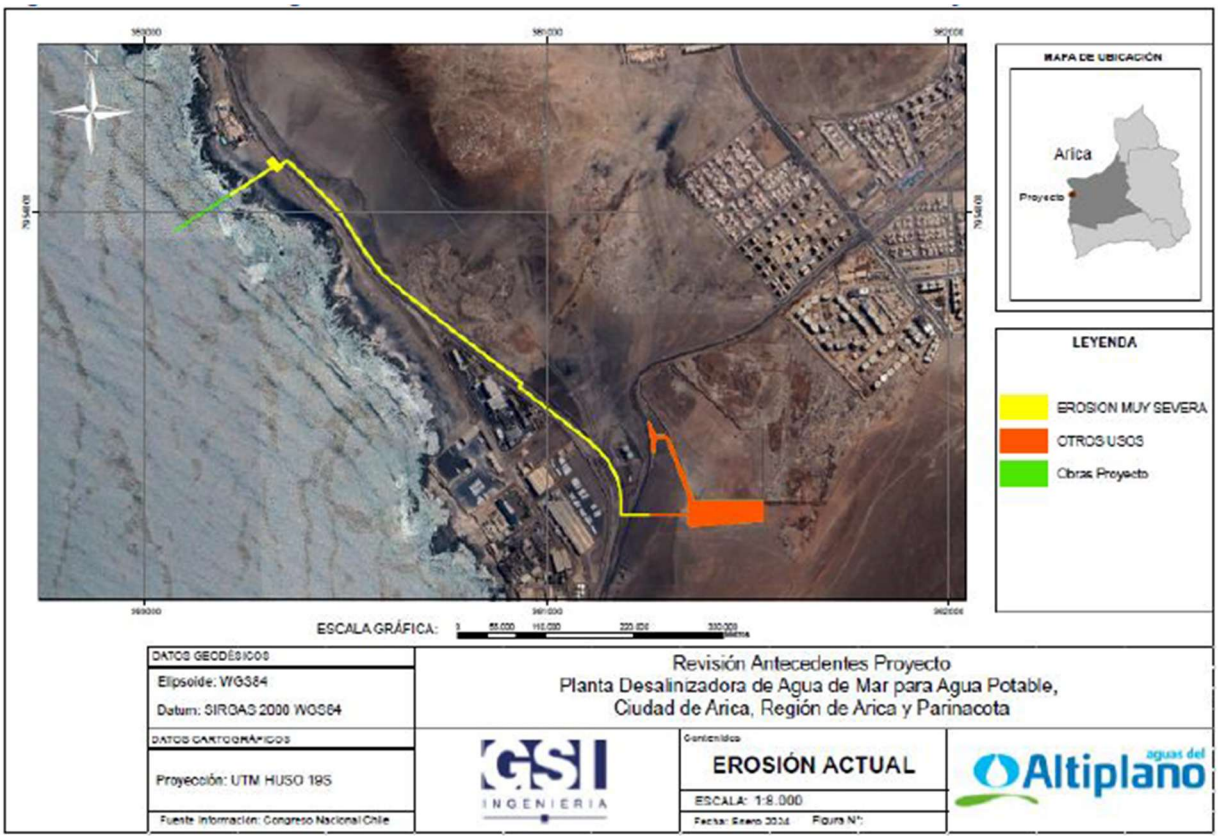
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la siguiente Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

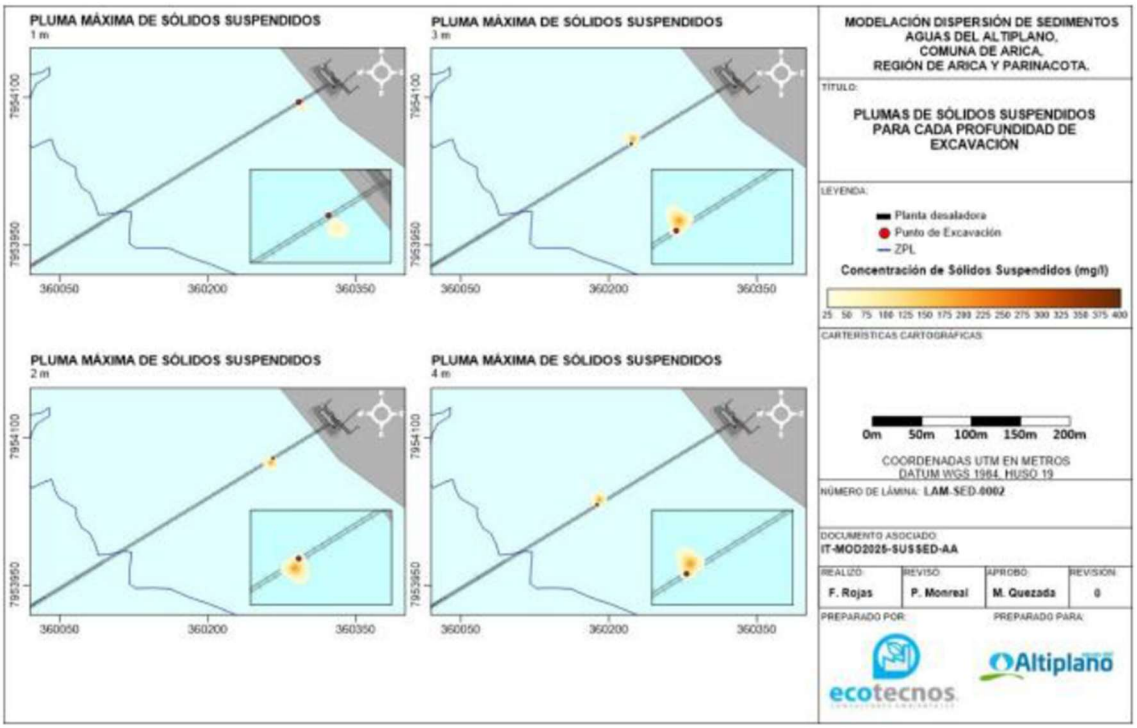
Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros

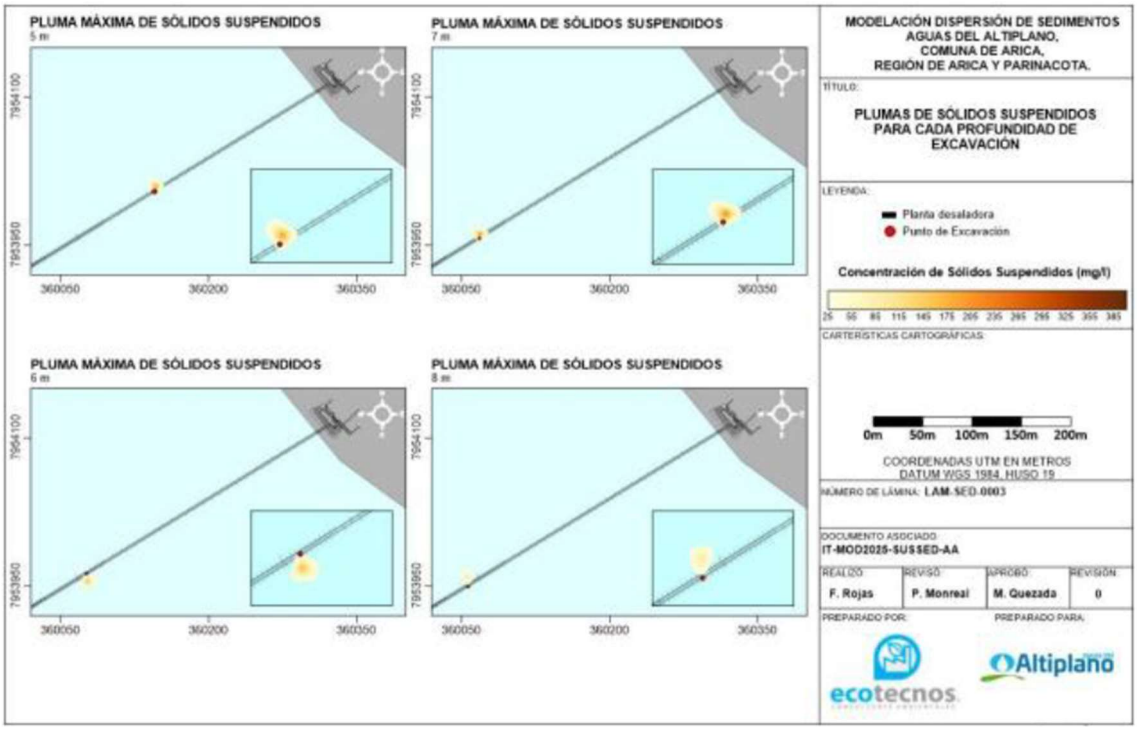
principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la Tabla siguiente, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la

faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos

dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres,

específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los

transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico6

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual7

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

7 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

18. 29,5 [m] para actividades de perforación;

19. 34,3 [m] para actividades de dragado;

20. 533 [m] para actividades de embarcación;

21. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

22. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

23. 2 [m] para actividades de perforación;

24. 3 [m] para actividades de dragado;

25. 11 [m] para actividades de embarcación;

26. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

27. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

28. 613,17 [m] para actividades de perforación

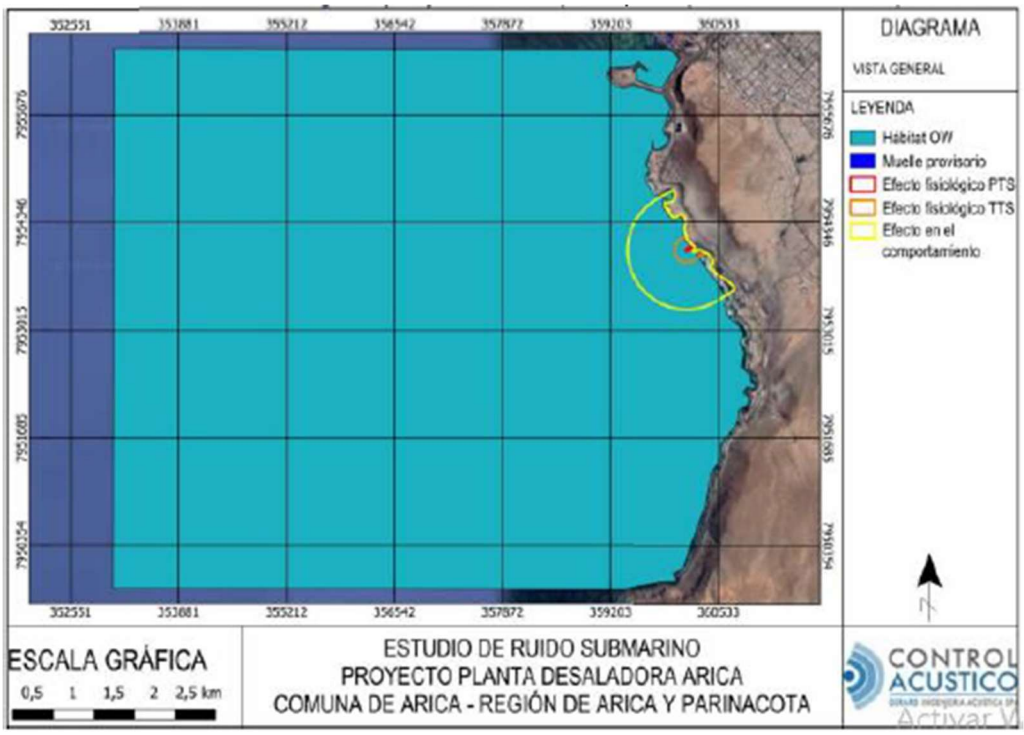
29. 730,36 [m] para actividades de dragado;

30. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

31. 3094 [m] para actividades de tronaduras

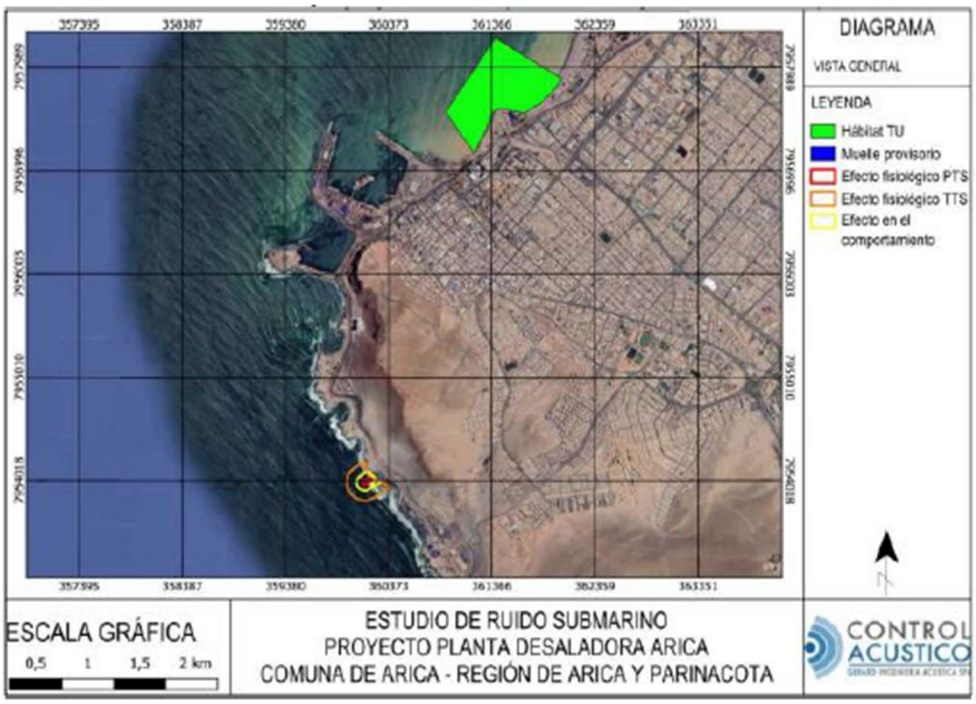
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



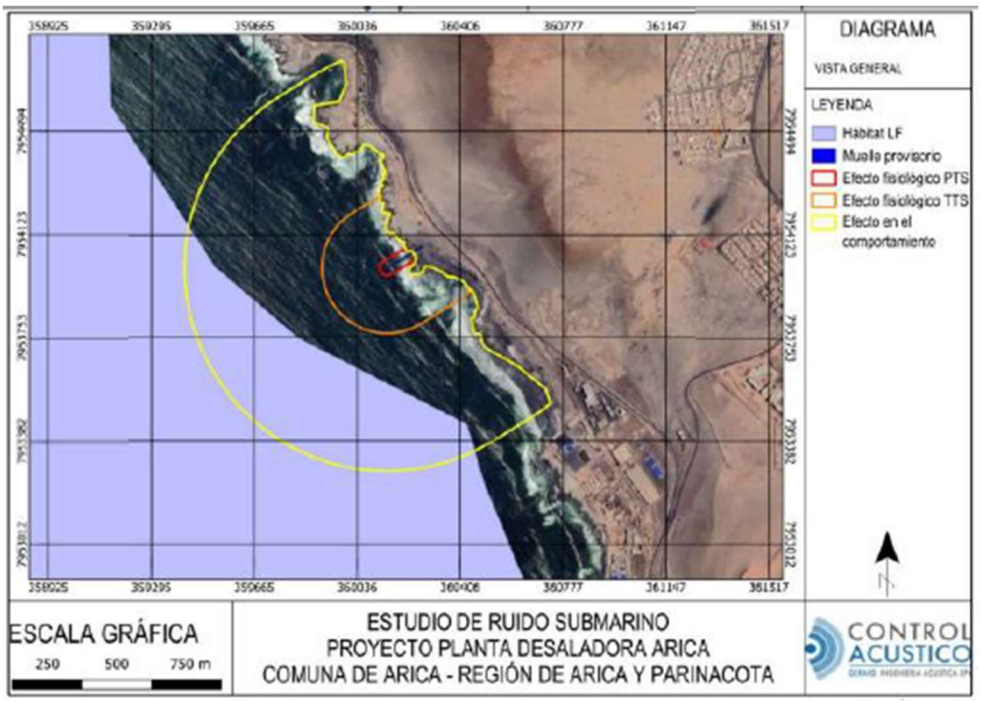
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

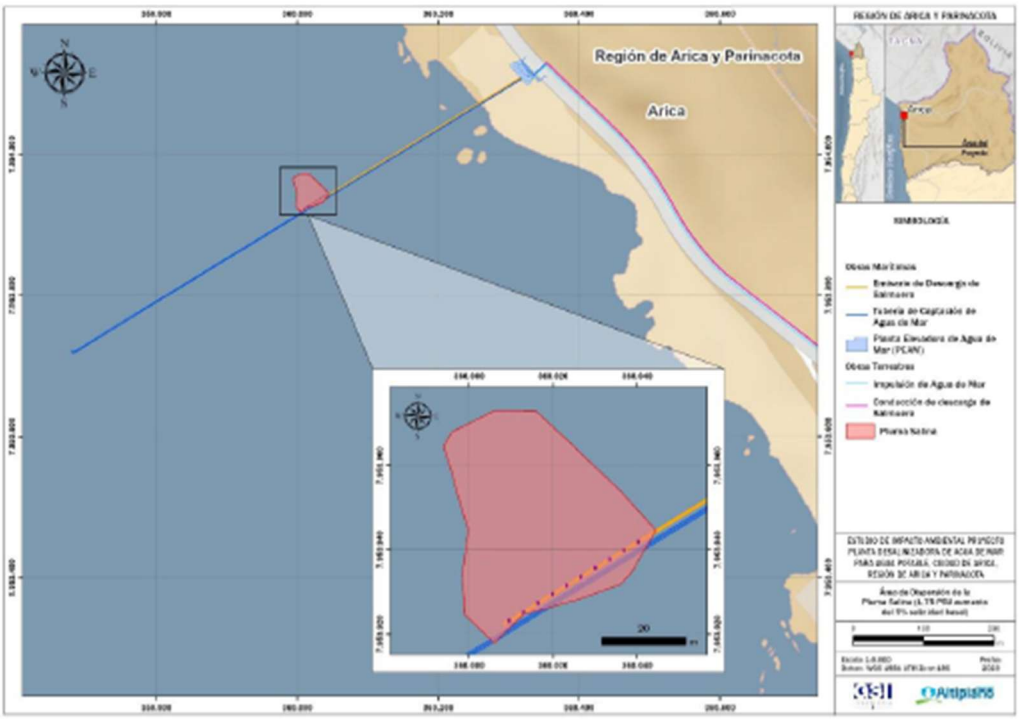
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

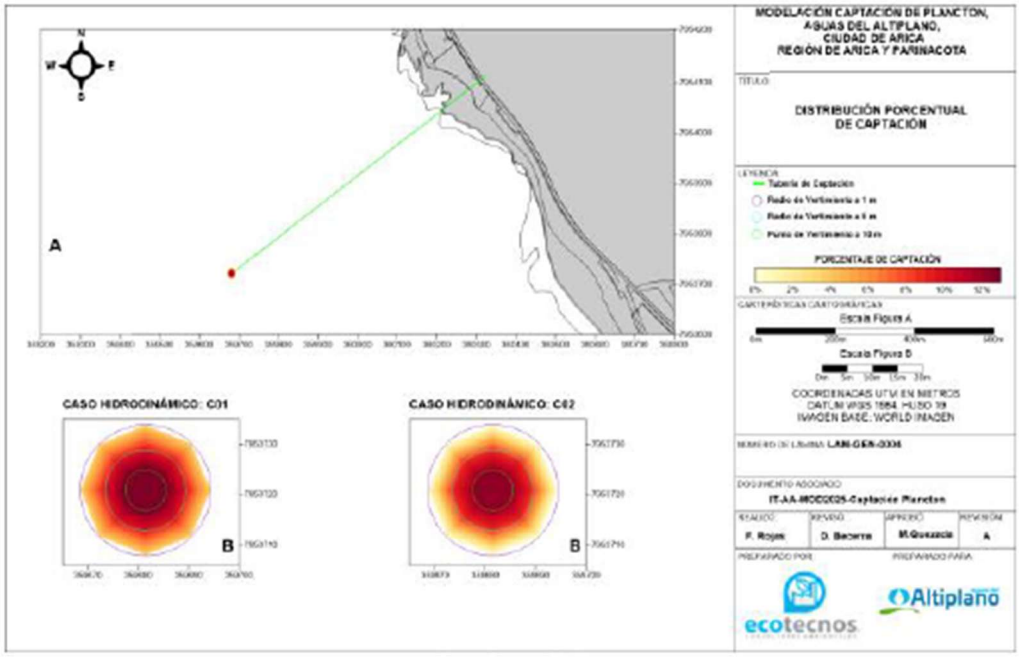
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 19:

Contaminación de las aguas: La pesquera tiene contaminada todas las aguas por decenas de años y con esta desaladora terminara de matar a todos los mariscos y bancos naturales. ¿Como evitar esto? No seguir poniendo más tuberías o desaladoras que contaminen nuestros lugares de trabajo, no queremos más contaminación

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea tres materias, que se abordan en el orden en que fueron formuladas: la contaminación histórica atribuida a una pesquera; el temor a que el Proyecto agrave esa condición hasta afectar la totalidad de los mariscos y bancos naturales; y las medidas para evitarlo, tanto durante la instalación de las obras como durante su funcionamiento.

Respecto de la contaminación atribuida a una pesquera, esa instalación corresponde a una actividad de terceros, ajena a las obras y acciones del Proyecto evaluado. La evaluación se

refiere a los efectos del propio Proyecto. Para ello, el Titular levantó y actualizó una línea de base marina, es decir, la descripción del medio marino en su condición previa al proyecto, que incluye campañas de plancton, intermareal, fondos blandos y sedimentos, y un estudio específico de bancos naturales (Adenda Complementaria, p.236).

El Proyecto interviene el medio marino mediante la captación de agua de mar para el proceso de osmosis inversa, que separa las sales del agua haciéndola pasar a presión por membranas. También lo interviene mediante la descarga continua de la salmuera resultante, es decir, agua con mayor salinidad y densidad que el agua de mar, estudiada mediante modelación numérica específica. Ambas acciones fueron evaluadas sobre cuatro componentes: la calidad físico-química del agua; las comunidades bentónicas, donde se ubican los moluscos y otros recursos que se extraen por buceo y orilleo; las comunidades planctónicas, base de la cadena alimentaria marina; y los recursos marinos como los peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadros N°3.81, 3.82, 3.83 y 3.84, pp.3.116-3.122).

Para el componente bentónico, en octubre de 2025 se realizó un estudio específico de bancos naturales con muestreo submareal, es decir, del fondo marino que permanece siempre sumergido, en siete transectas, es decir, líneas de muestreo recorridas por buzos sobre el fondo marino, que cubrieron el trazado de la captación y del emisario submarino y la pluma de descarga, es decir, la zona de agua más salada que se forma en torno a la descarga (Adenda Complementaria, pp.50-51 y p.236). De los once recursos hidrobiológicos evaluados (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.2, p.87), el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), es decir, un sector del fondo marino donde una especie se concentra con densidad y extensión suficientes, corresponde al choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244); el resto de las especies, como el piure, las lapas y el erizo, se presenta de manera dispersa o en densidades menores (Adenda Complementaria, p.244). Este banco será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Durante la fase de construcción, las obras marinas son la torre de captación, ubicada a 24 metros de profundidad y 750 metros de la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.48), y el emisario de descarga, es decir, la tubería que conduce la descarga hacia el mar. El emisario mide 367 metros: 298 van enterrados, 29 apoyados sobre el fondo marino y 40 corresponden a la sección de 8 difusores, es decir, las salidas por donde se libera la descarga (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El volumen total de excavación del fondo marino es de 5.064 metros cúbicos (Adenda Complementaria, p.142). Con ese volumen, la modelación determinó que la pluma de sedimentos se mantiene confinada al entorno inmediato del punto de excavación, con concentraciones inferiores a 400 miligramos por litro (mg/L), y que el banco natural de choro zapato se ubica a unos 44 metros de su límite externo

(Adenda Complementaria, p.152). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, necesarias para instalar las tuberías, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en ese sector la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12). Además, se efectúan tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

Durante la operación, la captación funciona con una velocidad de succión bajo el límite de 0,15 metros por segundo, y su efecto sobre el plancton se concentra en el primer metro alrededor del punto de captación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62). En cuanto a la descarga, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y se reduce al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Ese 5% es el umbral de referencia de la guía australiana y neozelandesa de calidad de aguas conocida como ANZECC (1992), y el 68% de los escenarios evaluados se mantuvo bajo ese umbral (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). El contorno del exceso de salinidad del 5% se ubica completamente fuera de la ZPL, y dentro de ella el incremento de salinidad proyectado es de 0,1 a 0,46 psu sobre la concentración natural del mar (Adenda Complementaria, p.360).

Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros

y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5), y cumplirá, además, los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma de emisión que regula las descargas de residuos líquidos al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). Respecto de los mariscos y demás organismos, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio realizadas sobre un copépodo y una microalga representativos del área, determinaron que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a partir de 40,54 psu, valor que se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10).

El Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, tiene por objetivo “garantizar el cumplimiento de las normas ambientales y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan contempla el monitoreo semestral de las comunidades bentónicas asociadas a bancos naturales, 22 estaciones de monitoreo de la pluma salina y estaciones de columna de agua y sedimentos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica lo estableció como exigible durante toda la operación, mientras se mantenga activa la descarga, de modo que cualquier modificación de su frecuencia o parámetros requiere fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En cuanto a quienes trabajan en el sector, durante la operación el acceso se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria,

p.314). Para la fase de construcción se evaluó la restricción temporal y parcial de acceso al mar que generan las obras marítimas para pescadores, buzos y recolectores de orilla, identificada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. A ello se suma el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, que contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

De esta forma, la contaminación atribuida a la pesquera corresponde a una fuente ajena al Proyecto, y la línea de base marina identifica al choro zapato como el único banco natural del sector, que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. Durante la construcción, la pluma de sedimentos queda confinada al entorno de la excavación, a unos 44 metros de ese banco, y las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, con recolonización esperada, cortina de burbujas y tiros falsos. Durante la operación, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso baja al 5% a 2,13 metros de la descarga, fuera de la ZPL, los efectos adversos sobre los organismos ensayados comienzan por sobre la salinidad que genera la descarga, y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga, todo ello verificado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación. Para quienes trabajan en el sector, el acceso se mantiene libre durante la operación, y la restricción temporal de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje.

Observación N° 20:

En caso de que instara la desaladora, ¿quién se haría cargo de los daños y muerte de toda la fauna marina o quien nos daría nuestro sustento para nuestros hogares.?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación pregunta quién se haría cargo de los daños y de la muerte de la fauna marina si se instala la planta desalinizadora, y quién daría el sustento a los hogares de quienes trabajan en el mar. Para responder, se presentan los efectos sobre la fauna marina que evaluó el expediente en las fases de construcción y operación, luego quién responde por el control de esos efectos y ante una eventual falla, y finalmente qué ocurre con el trabajo y los ingresos de quienes dependen del mar.

Durante la fase de construcción, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12). A ella se suman tiros falsos previos, que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10). Para resguardar a los lobos marinos, antes de las faenas que generan ruido bajo el agua se recorre una zona de restricción de 300 metros en torno a la fuente. Ante la presencia de ejemplares, se sumerge un equipo acústico de disuasión, de modo que la maquinaria entra en funcionamiento una vez que esa zona está libre de lobos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.3, pp.7.8-7.9).

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la planta devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera. Lo hace mediante un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale

aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga, cuyo exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre la salinidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Ese exceso máximo equivale a un 11,39% sobre la salinidad natural y baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

En cuanto a lo que se descarga al mar, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Respecto de quién se hace cargo, durante la construcción, la disuasión de lobos marinos, los tiros falsos y la cortina de burbujas corresponden a Compromisos Ambientales Voluntarios, es decir, medidas que el Titular asume por iniciativa propia (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadros N°7.3, N°7.4 y N°7.6, pp.7.8-7.12). Durante la operación, el Titular debe ejecutar el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de

mediciones periódicas cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces. También monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, los sectores donde una especie marina se concentra con densidad y extensión suficientes, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Sus resultados se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Ante una eventual falla en el emisario, el Plan de Emergencias y Contingencias del Proyecto contempla detener la descarga y aislar la zona afectada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.43), y realizar las reparaciones necesarias en el emisario (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.44). Ante una liberación de salmuera, se suspende temporalmente la descarga al emisario hasta corregir la falla. Si ocurre una falla o rotura de la tubería, se monitorean en la zona los residuos líquidos, los sedimentos y la biota marina, es decir, los organismos vivos del mar, comparando los resultados con la línea de base del Proyecto. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la contención, incluido el almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación, y de la limpieza del sector afectado (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.53). Una vez controlada, cada contingencia se notifica a la SMA y al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.53-8.54).

En cuanto al sustento de los hogares, la caracterización de las organizaciones de pesca registró que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos marinos como pescado, mariscos, algas y otros recursos bentónicos (Adenda 1, p.157). Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla. Esta restricción fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella la fuente laboral y los ingresos que provienen de la extracción y venta de productos del mar. Además, el

Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca" contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21). En virtud de esa condición, el Titular deberá informar el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anunciar la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA.

Durante la fase de operación, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, la pesca, el buceo y la recolección de orilla, junto con el sustento de los hogares que dependen de estas actividades, pueden seguir desarrollándose.

Valorados en conjunto estos antecedentes, el expediente evaluó los efectos del Proyecto sobre la fauna marina. En la construcción, las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, con recolonización esperada de 1 a 5 años en el sector intervenido, y se aplican cortina de burbujas, tiros falsos y disuasión de lobos marinos. En la operación, el aumento promedio de salinidad queda bajo el 1%, el exceso máximo es inferior al umbral de efectos adversos, la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga. El Titular se hace cargo de los compromisos de protección de la fauna marina durante la construcción, de verificar estas condiciones mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, exigible durante toda la operación, y de responder ante una falla mediante el Plan de Emergencias y Contingencias, con aviso a la SMA y a SERNAPESCA. En cuanto al sustento, la restricción de acceso de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva, y con ella los ingresos, puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, el acceso se mantiene libre y el banco natural de choro zapato es monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental.

16. Observante: Carlos Ricardo Condori Manquian

Observación N° 25:

No a la desaladora, porque la salmuera botada o tirada directamente al mar es contaminación y muerte del fondo marino, considerando que el sector es una ensenada lo que la salinidad sería más alta y químicos que acompañan el lavado.

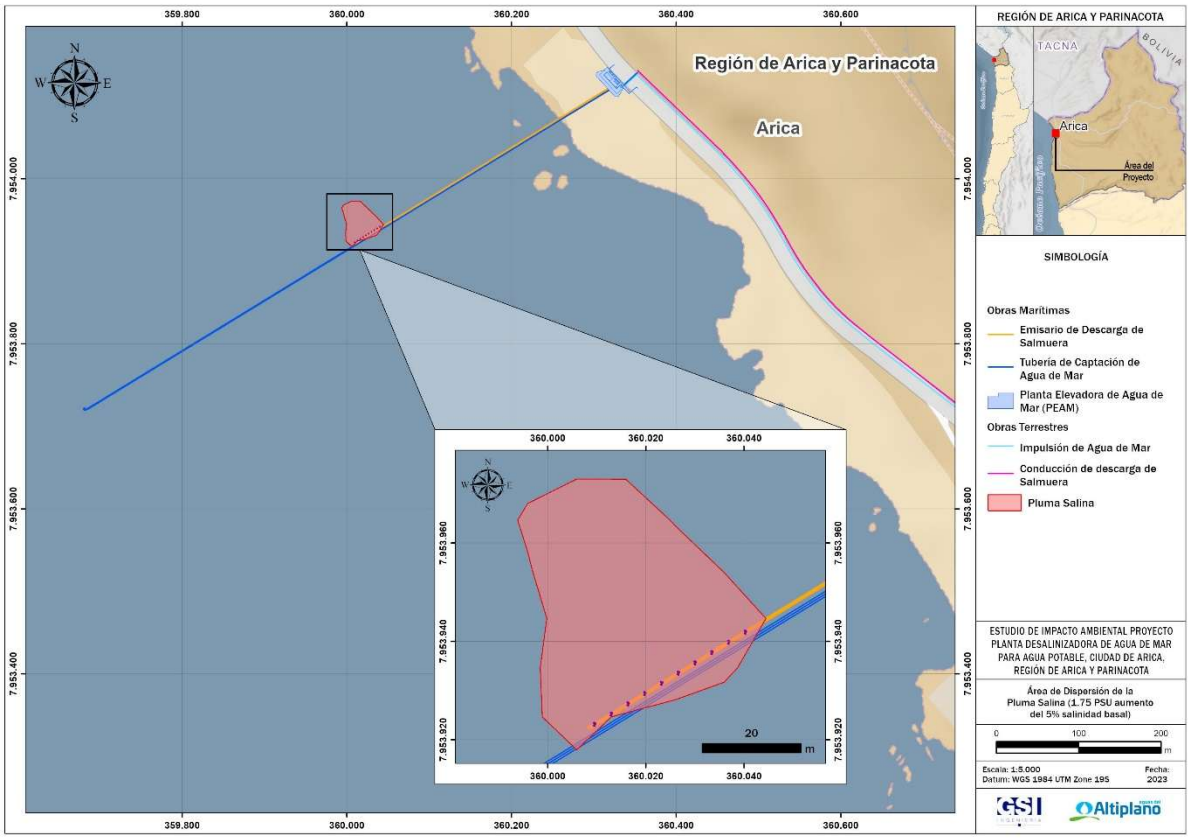
Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

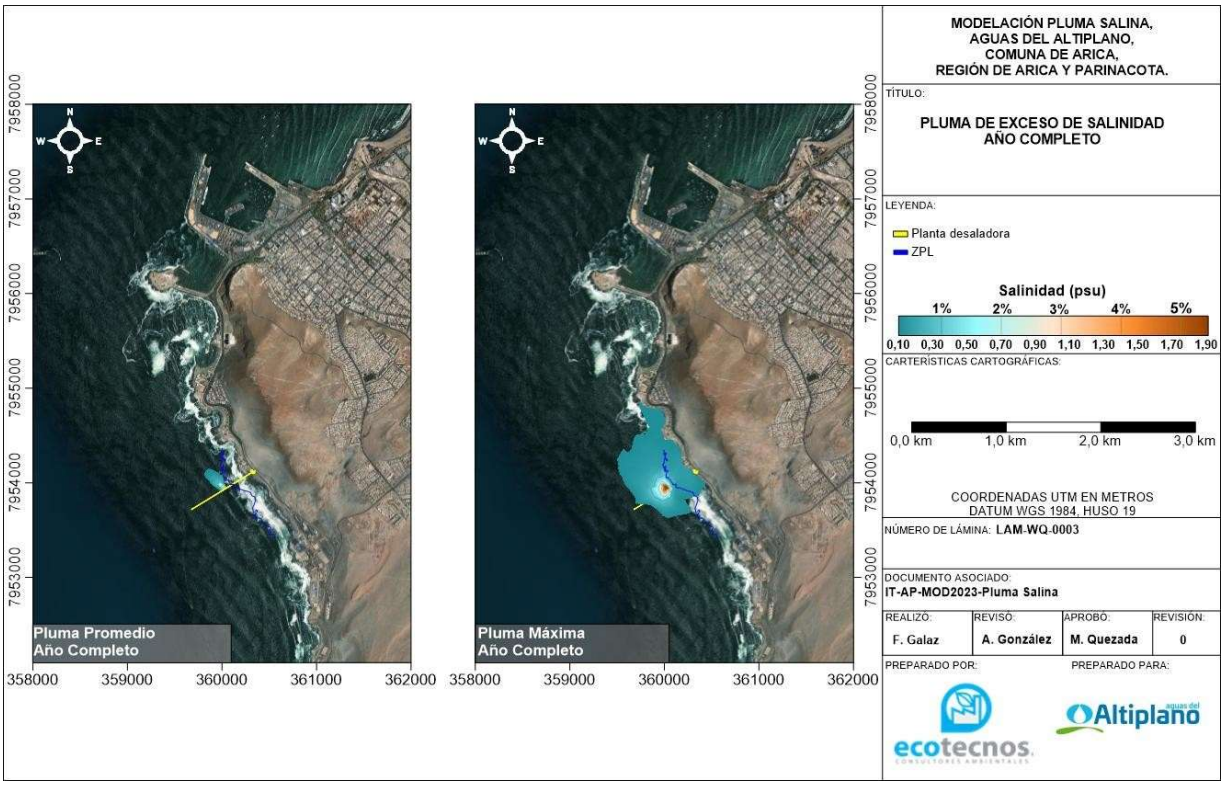
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años,

lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Finalmente, respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

Observación N° 26:

No hay estudios sobre los impactos de la salmuera y los metales pesados en el proceso de osmosis.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el proceso de ósmosis inversa utilizado en la planta desalinizadora no introduce ni genera metales pesados. Respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

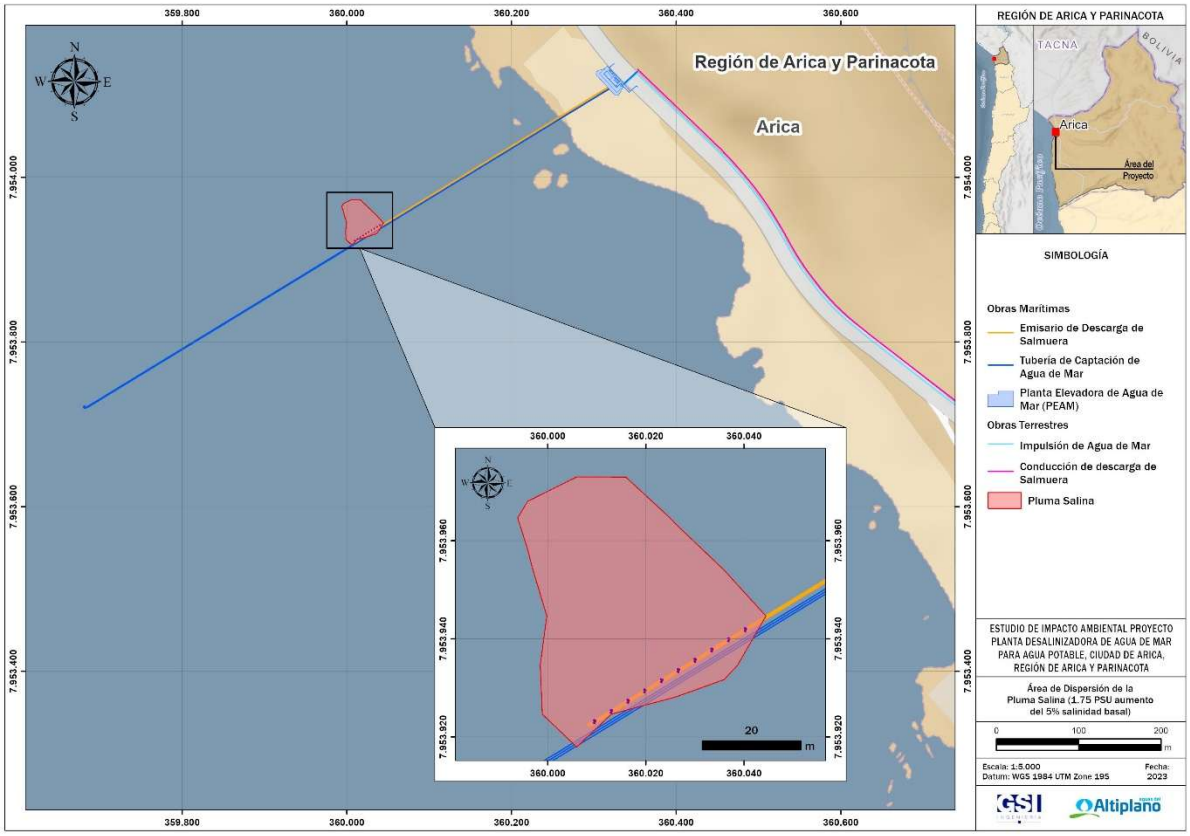
Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

Respecto al aumento de salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde

se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En consecuencia, se concluye que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 27:

La salinidad no solo daña el medio ambiental, la fauna, el ecosistema, también lo hará con las personas que se bañen alrededor del sector. El agua estará contaminada.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

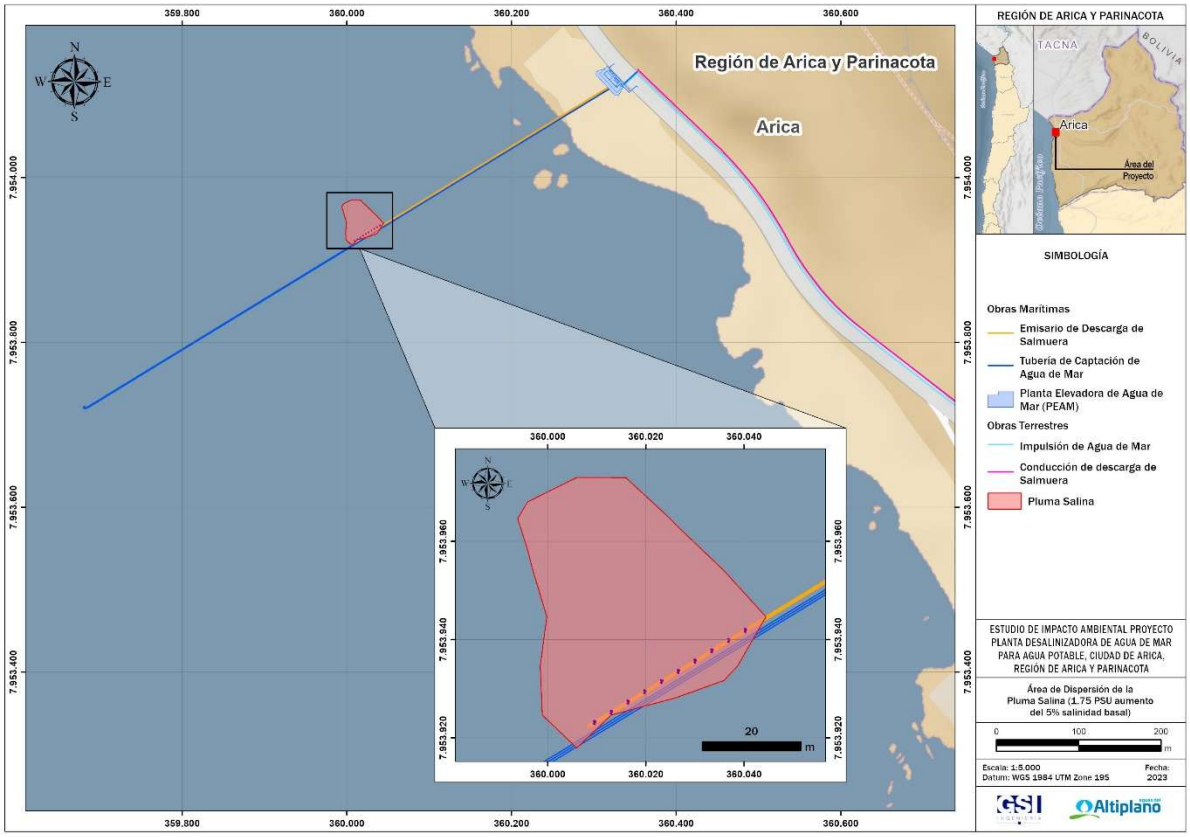
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

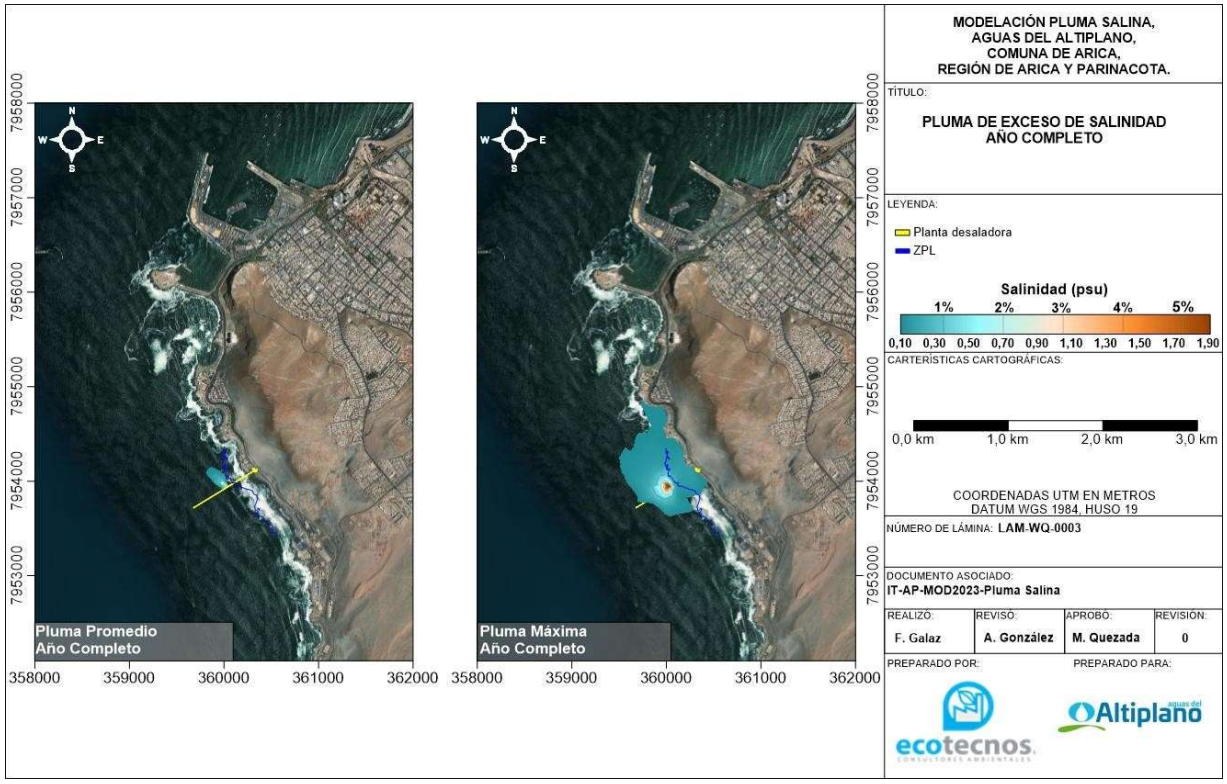
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos

"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que, si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

En este sentido, no se observa un impacto significativo en los ecosistemas marinos por el aumento de salinidad. Respecto a las playas cercanas, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se reconoce que el proyecto intercepta directamente con el área de protección oficial correspondiente a la Zona de Interés Turístico (ZOIT) "Arica, Casco Histórico y Borde Costero". Entre sus puntos de interés en el borde costero destacan los sectores de playa "el Laucho" y "la Lisera", las cuales son playas aptas para baño, además de la playa "el Chinchorro" y "Las Machas".

En este sentido se indica que, si bien este Proyecto se emplazará en el borde costero cubierto por la ZOIT, este se ubica específicamente en el sector de la Playa Arenillas Negras, playa que no está considerada como apta para baño y que hasta febrero 2024, no cuenta con equipamiento, productos ni servicios turísticos para ofrecer, estando cercano al sector industrial de la zona sur de la comuna. En esta línea, se indica que esta playa no corresponde a uno de los puntos a destacar como de importancia turística en la ZOIT declarada oficialmente, razón por la cual las partes, obras y acciones consideradas en la fase de construcción de este Proyecto no impiden de forma alguna el desarrollo normal de las actividades turísticas que ofrecen las playas el Laucho o la Lisera; por lo que los operadores locales podrán seguir ofreciendo normalmente sus servicios, sin interferencia alguna.

Adicionalmente, se señala que durante la fase de operación del Proyecto las obras van soterradas no quedando visibles al ojo humano y no interviniendo el borde costero y por tanto la naturaleza de la ZOIT, no afectando de esta manera actividades realizadas en las playas anteriormente mencionadas. En conclusión, no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

17. Observante: Hector Isaac Araya Flores

Observación N° 28:

¿Como afectara la salinidad de a salmuera tirada al mar? ¿Hay algún estudio porque que va a pasar con los recursos marinos al tener más sal y químicos en el sector costero?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

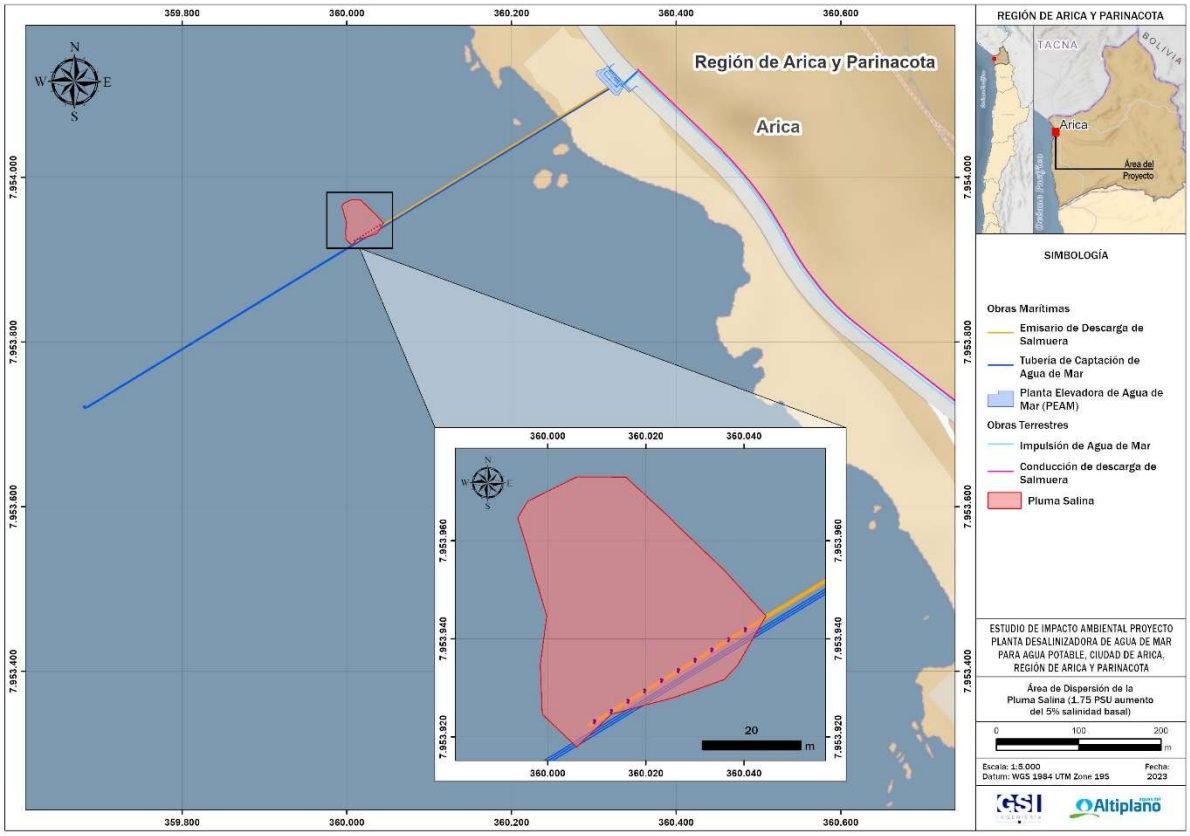
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

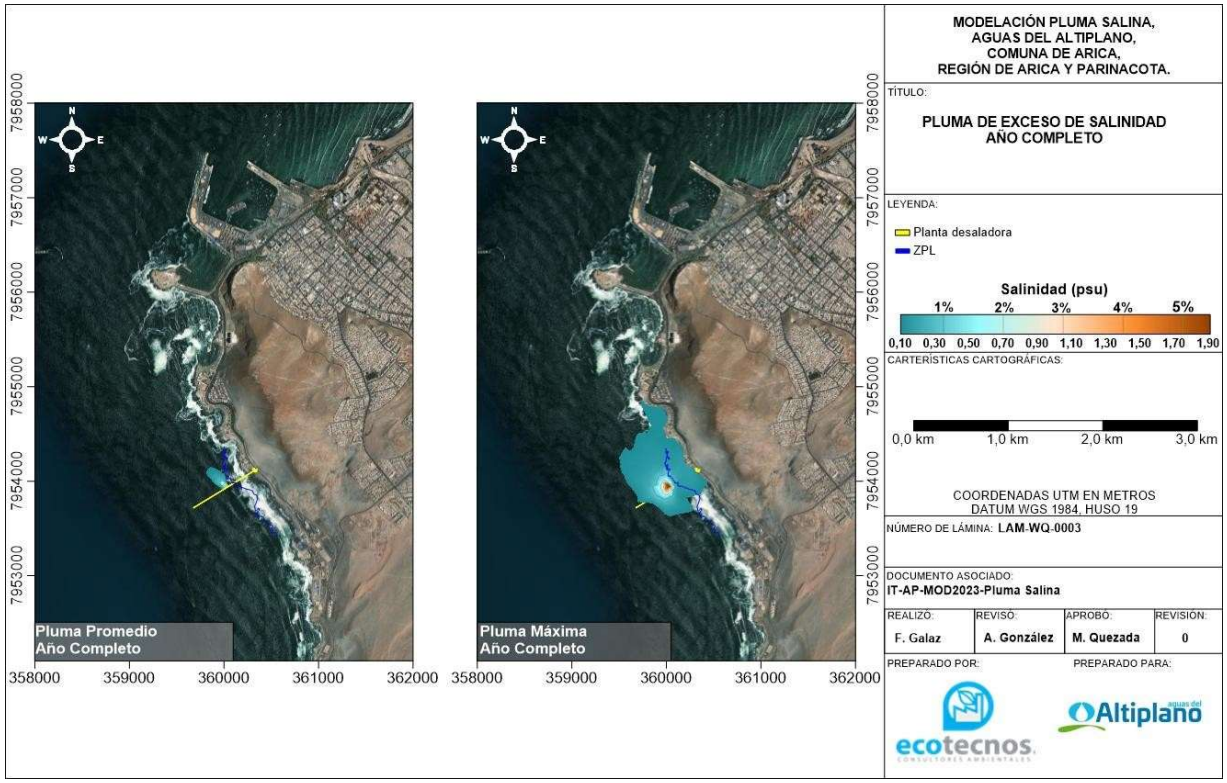
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o

descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Por otra parte, respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En conclusión, no se presenta una alteración significativa a los recursos marinos asociado al aumento de salinidad o químicos en el sector costero.

Observación N° 29:

¿De dónde sacan la energía para hacer funcionar la planta?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la energía y el cambio climático, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La planta se abastecerá de energía eléctrica mediante empalmes a la red existente, la cual forma parte del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y abastece, entre otras zonas del país, a la Región de Arica y Parinacota. La conexión y la capacidad requerida para el funcionamiento de las instalaciones se encuentran respaldadas por los antecedentes y certificados de factibilidad eléctrica presentados para la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y la Planta de Tratamiento por Osmosis Inversa (PTOI) (véase Capitulo 1 "Descripción del Proyecto" del EIA).

La demanda eléctrica estimada para las instalaciones durante la operación normal es del orden de 1.000 kVA, valor que corresponde a potencia aparente y no debe confundirse con el consumo acumulado de energía. Esta demanda estará asociada principalmente al funcionamiento de los sistemas de captación e impulsión de agua de mar, pretratamiento, bombas de alta presión del proceso de ósmosis inversa, postratamiento, automatización, control y demás servicios auxiliares.

El Proyecto no contempla una central o fuente propia de generación eléctrica permanente como mecanismo principal de abastecimiento, sino que utilizará la energía disponible a través del SEN. Este sistema integra distintas tecnologías y fuentes de generación, por lo que la composición efectiva de la energía suministrada puede variar en el tiempo según las condiciones de operación del sistema eléctrico nacional.

Durante la fase de construcción se utilizarán principalmente conexiones provisorias a la red eléctrica disponible y, para determinadas actividades puntuales, podrán emplearse equipos autónomos o complementarios, tales como grupos electrógenos y motosoldadoras. Asimismo, se contempla una capacidad de respaldo de 250 kVA para situaciones de emergencia. Estos equipos de emergencia o respaldo no modifican la configuración general del abastecimiento eléctrico del Proyecto, ya que su función es atender interrupciones acotadas o mantener condiciones seguras frente a contingencias, y no operar regularmente como fuente de generación base.

Respecto de la capacidad del sistema eléctrico para atender los requerimientos de la planta, los antecedentes de factibilidad eléctrica presentados respaldan la conexión de las instalaciones a la red existente. En este sentido, la operación del Proyecto deberá cumplir las condiciones técnicas establecidas para su conexión, de manera de disponer de la capacidad necesaria para su funcionamiento sin comprometer la continuidad ni la seguridad del suministro eléctrico de terceros.

Dado que el funcionamiento ordinario de la planta depende de la disponibilidad del suministro eléctrico y de los sistemas de protección de las instalaciones, el Proyecto contempla procedimientos específicos para enfrentar eventuales interrupciones o fallas. El Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias considera, entre otros escenarios, fallas de equipos, interrupciones de bombeo y escasez de suministros, estableciendo procedimientos para reducir o detener los procesos, aislar los

equipos afectados y efectuar su restablecimiento de manera controlada. Por lo tanto, una interrupción del suministro eléctrico no implica una descarga incontrolada de fluidos, ya que ante una falla los sistemas deberán pasar a una condición segura, manteniendo las medidas de contención correspondientes (véase Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8 Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias).

Adicionalmente, la evaluación ambiental consideró las emisiones asociadas al consumo energético durante las fases de construcción y operación en el análisis de cambio climático. De acuerdo con los antecedentes presentados, estas se mantienen dentro de los escenarios evaluados y son comparativamente acotadas, sin perjuicio de la obligación de mantener una operación eficiente de los equipos y cumplir las condiciones aplicables al suministro y conexión eléctrica.

En consecuencia, la solución eléctrica evaluada para el Proyecto considera la red existente del Sistema Eléctrico Nacional como fuente normal de abastecimiento, conexiones provisorias y equipos complementarios para necesidades específicas durante la construcción, y sistemas de respaldo destinados exclusivamente a situaciones de emergencia o contingencia. El Proyecto no contempla una generación autónoma permanente como fuente principal de energía. En caso de que en el futuro se proyecte incorporar un sistema de generación permanente con características distintas a las evaluadas, dicha modificación deberá analizarse de acuerdo con su alcance y la normativa aplicable, sin asumir que se encuentra comprendida dentro de la presente evaluación ambiental.

Observación N° 30:

¿Tienen un plan a largo plazo en caso de colapsar su sistema tal cual sucedió con el emisario actual, todo contaminado?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El expediente actualizado prevé prevención, respuesta de emergencia, reparación y vigilancia del medio marino para una falla del emisario de la desaladora. Una rotura debe tratarse como una descarga anómala: se suspende la liberación de salmuera, se aísla el tramo afectado, se determina el alcance real del incidente y se reanuda la operación solo después de reparar y verificar las condiciones de seguridad. Esta secuencia se encuentra en el Anexo Obs. 8, Plan de Contingencias y Emergencias, de la Adenda Excepcional, apartados sobre fallas del emisario y derrame de RILES, pp. 8.43-8.44 y 8.52-8.53.

La experiencia que motiva la pregunta no permite inferir que toda el área marina se contaminaría ante una falla de este Proyecto. El resultado dependería del punto de rotura, el caudal y tiempo de liberación antes de detenerla, la profundidad, las corrientes y la respuesta ejecutada. Tampoco sería correcto asegurar que una rotura carecería de efectos: la salinidad elevada puede afectar organismos si la exposición alcanza concentraciones y duraciones suficientes, como muestran los bioensayos del Anexo

Obs. 1.3 PAS 115 de la Adenda Excepcional. Por ello, el Plan exige muestrear la zona efectivamente afectada y contrastar agua, sedimentos y biota con la línea de base y el Plan de Vigilancia Ambiental, según el Anexo Obs. 8, p. 8.53.

La evaluación de este Proyecto debe atender a la composición de su rechazo de ósmosis, sus otras corrientes de proceso y el lugar real de descarga. La respuesta a la observación 30 del ICSARA Ciudadano parte 2 de la Adenda Complementaria propone mantenimiento, detención de descarga, reparación, comunicación y evaluación posterior. Esas medidas se precisaron en el Plan de Contingencias y Emergencias actualizado, Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, pp. 8.43-8.44 y 8.52-8.53.

Línea de base y alcance de la predicción

La Respuesta ICSARA V2 del Titular a la observación 30 reúne campañas de 2017-2018, 2022 y 2025 y presenta los rangos de agua de mar de la tabla siguiente. Estos datos constituyen una referencia ambiental para evaluar cambios tras una falla.

Tabla. Valores de línea de base marina informados por el Titular

Parámetro	Rango informado	Uso en esta respuesta
Salinidad	34,53-34,89 psu	Referencia para contrastar cambios de la pluma salina.
Temperatura	13,63-19,81 °C	Caracterización de la condición física previa.
Oxígeno disuelto	1,316-3,338 ml/L	Referencia para detectar cambios en la columna de agua.
Sólidos suspendidos	< 6 a 24 mg/L	Referencia de calidad ambiental del agua de mar.
DBO5	< 1 a 2 mg/L	Referencia para materia orgánica en la línea de base.

Fuente: Adenda Complementaria, ICSARA Ciudadano parte 2, observación 30, Respuesta ICSARA V2, Resumen Tablas 1 y 2.

Los valores ambientales del mar no demuestran por sí mismos el cumplimiento del D.S. N° 90/2000, cuyos límites se aplican al efluente y requieren autocontrol. El Titular sostiene, sobre la base de la modelación, que en la operación regular la salinidad aumenta cerca de los difusores y disminuye con la mezcla. El Anexo Obs. 1.3 PAS 115 de la Adenda Excepcional integra modelación y bioensayos de toxicidad para ese escenario normal.

Diseño y prevención durante la operación

El emisario proyectado no es el mismo conducto cuya condición preocupa a la comunidad. El EIA, Capítulo 1, numerales 1.4.2 y 1.6.2.10, describe una conducción de HDPE de aproximadamente 367 m: 298 m enterrados, 29 m semienterrados o apoyados y un tramo final de 40 m con ocho portas de difusión. Durante la fabricación e instalación se consideran pruebas de las uniones y pruebas hidrostáticas de

resistencia y estanqueidad, descritas en el mismo capítulo, pp. 1.107-1.108. Estas medidas reducen la probabilidad de pérdida de integridad, aunque no la eliminan.

La prevención continúa durante la operación, el Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, pp. 8.43 y 8.52, establece evaluación periódica de puntos de falla, mantenimiento preventivo del emisario, capacitación, inspecciones de seguridad y medición semanal del efluente. Antes de descargar se controlan en línea pH, conductividad y temperatura; el EIA, Capítulo 1, pp. 1.194-1.195, añade registro de caudal y volumen enlazado al sistema de control y un informe anual sobre estado y mantenciones de la infraestructura de descarga. La inspección submarina anual del Anexo Obs. 5.4, Plan de Vigilancia Ambiental, Cuadros 5.1 y 5.11, revisa hermeticidad de tuberías y uniones, lastres, difusores y portas, con filmación de respaldo.

En funcionamiento regular, el efluente debe cumplir la Tabla 5 del D.S. N° 90/2000 fuera de la Zona de Protección Litoral, conforme al Anexo Obs. 5.4 de la Adenda Excepcional, apartado "Efluente del Proyecto". La pluma salina modelada corresponde a esa configuración operativa, con difusores íntegros. Sus resultados no representan por sí solos una rotura, porque en ella pueden cambiar el lugar y las condiciones de descarga.

Respuesta ante un colapso y comprobación posterior

La siguiente tabla resume la secuencia prevista frente a falla del emisario:

Tabla. Secuencia prevista frente a una falla del emisario

Etapa	Medida acreditada	Verificación
Detección y control	Activar el plan, evaluar magnitud, suspender la descarga, aislar la zona y resguardar al personal.	Registro del evento y revisión del sistema.
Contención y reparación	Almacenar temporalmente salmuera en estanques o trasladarla a un sitio autorizado cuando corresponda; reparar tubería e impulsión.	Comprobar estanqueidad y seguridad antes del reinicio.
Evaluación ambiental	Muestrear efluente o agua, sedimentos y biota en la zona afectada.	Comparar con línea de base, PVA y referencias aplicables.
Comunicación y mejora	Informar a autoridades y partes interesadas; documentar causas, daños, acciones y mejoras.	Informe de emergencia; para alerta nivel 3, antes de 72 horas.

Fuente: Resumen basado en Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8 Plan de Contingencias y Emergencias.

El almacenamiento señalado por el Plan es temporal, si la descarga no puede realizarse en las condiciones autorizadas, debe reducirse o detenerse la operación mientras se repara. Después de controlar el incidente, el Anexo Obs. 8 exige revisar la instalación, limpiar el sector afectado cuando proceda, informar a la SMA y a SERNAPESCA según la contingencia y revisar las lecciones aprendidas, con informe antes de 72 horas para una alerta nivel 3.

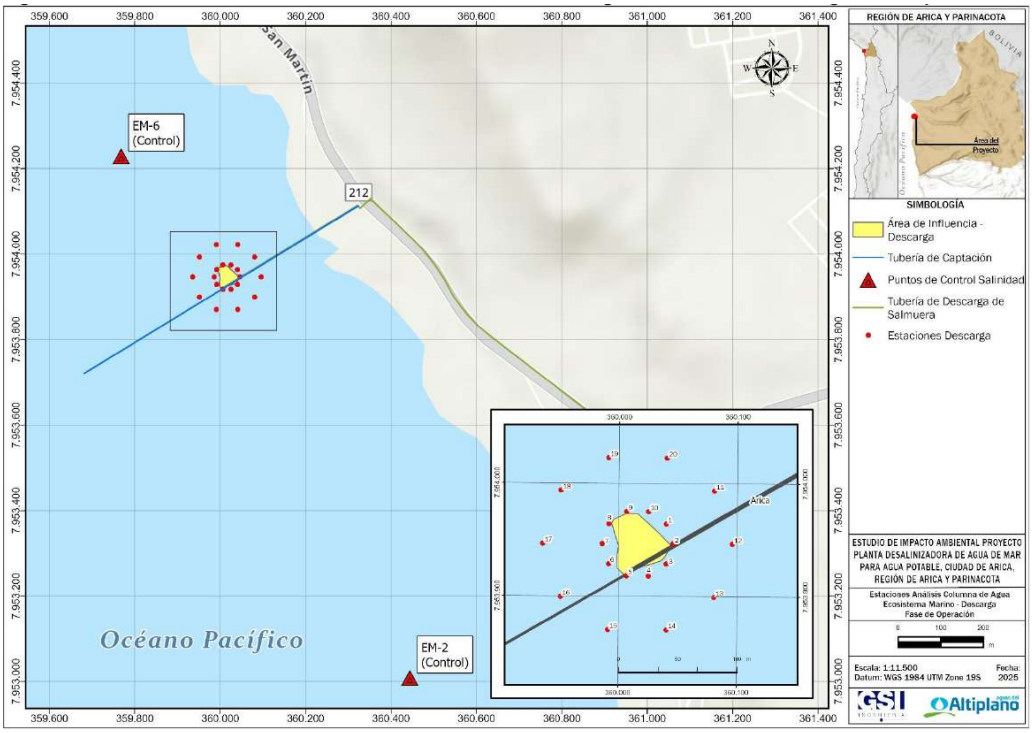
Vigilancia a largo plazo

El Plan de Vigilancia Ambiental actualizado considera, durante un período mínimo de cinco años de operación, 22 estaciones para pluma salina y 19 para columna de agua. En ambas matrices el muestreo se propone trimestral durante los primeros dos años y semestral durante los tres siguientes; se añaden sedimentos, comunidades marinas e inspección submarina anual. Al término de esos cinco años, la continuidad, modificación o cese de las acciones de vigilancia debe evaluarse con la autoridad competente, de acuerdo con el Anexo Obs. 5.4 de la Adenda Excepcional, apartado "Actividades de seguimiento" y Cuadro 5.1, pp. 3-6.

Además, el Anexo Obs. 5.3, Plan de Seguimiento Ambiental, de la misma Adenda incorpora un programa de monitoreo participativo con organizaciones de pesca del sector Arenillas Negras, con mesa de trabajo, acompañamiento de muestreos y acceso a resultados. Este mecanismo facilita que la comunidad conozca la evolución del medio receptor, aunque no sustituye la fiscalización ni la respuesta inmediata ante una emergencia.

La siguiente figura muestra las estaciones de vigilancia de la pluma regular. Si ocurre una rotura, el Anexo Obs. 8, p. 8.53, exige muestrear además la zona realmente afectada.

Figura. Estaciones de control y de descarga de la pluma salina



Fuente: Figura 5.4, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Adenda Excepcional.

En suma, existe un plan operativo y ambiental para prevenir, detectar, contener, reparar y seguir una falla. La eficacia en un evento concreto debe acreditarse con registros de detención, inspección, reparación y resultados de monitoreo.

18. Observante: Hernan Alfonso Ulloa Briones

Observación N° 31:

Aumento de salinidad en el mar: De seguro esto hará que el sector sea dañado irremediablemente ya que la vida marina recibirá el doble de sal en el sector

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

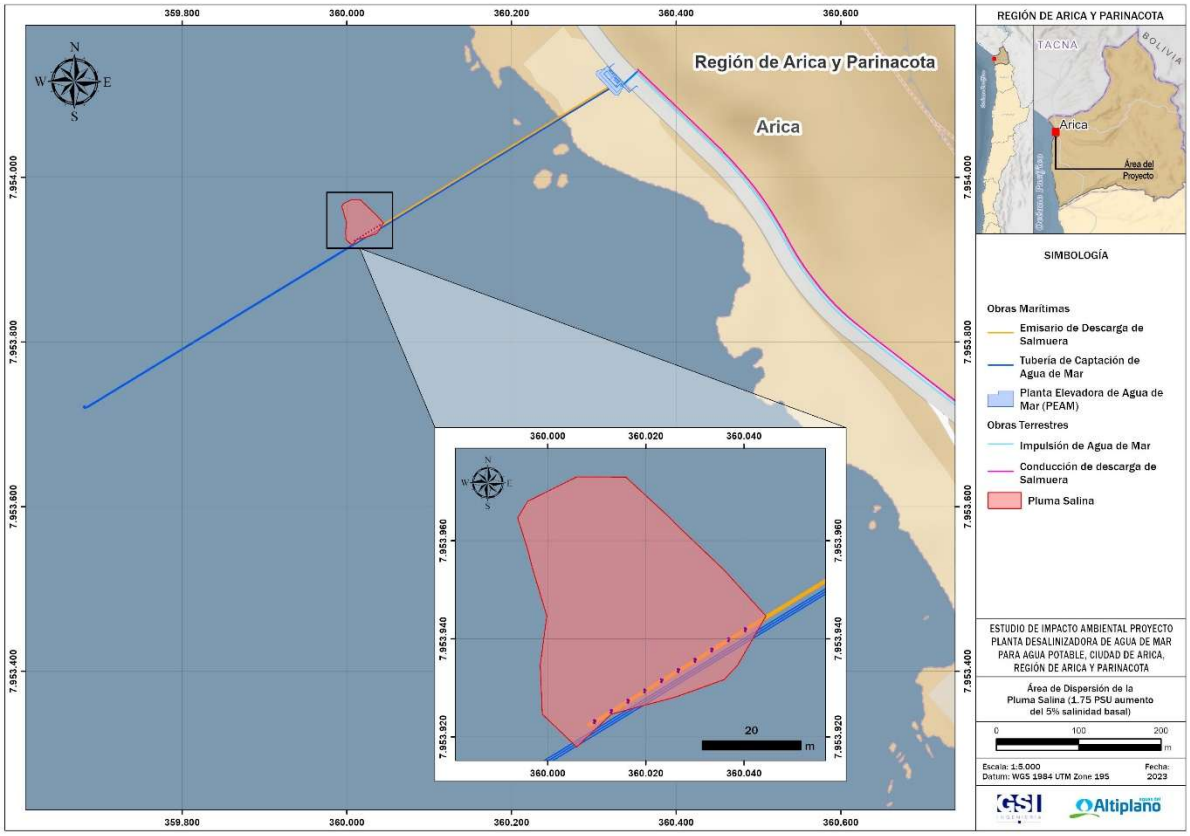
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

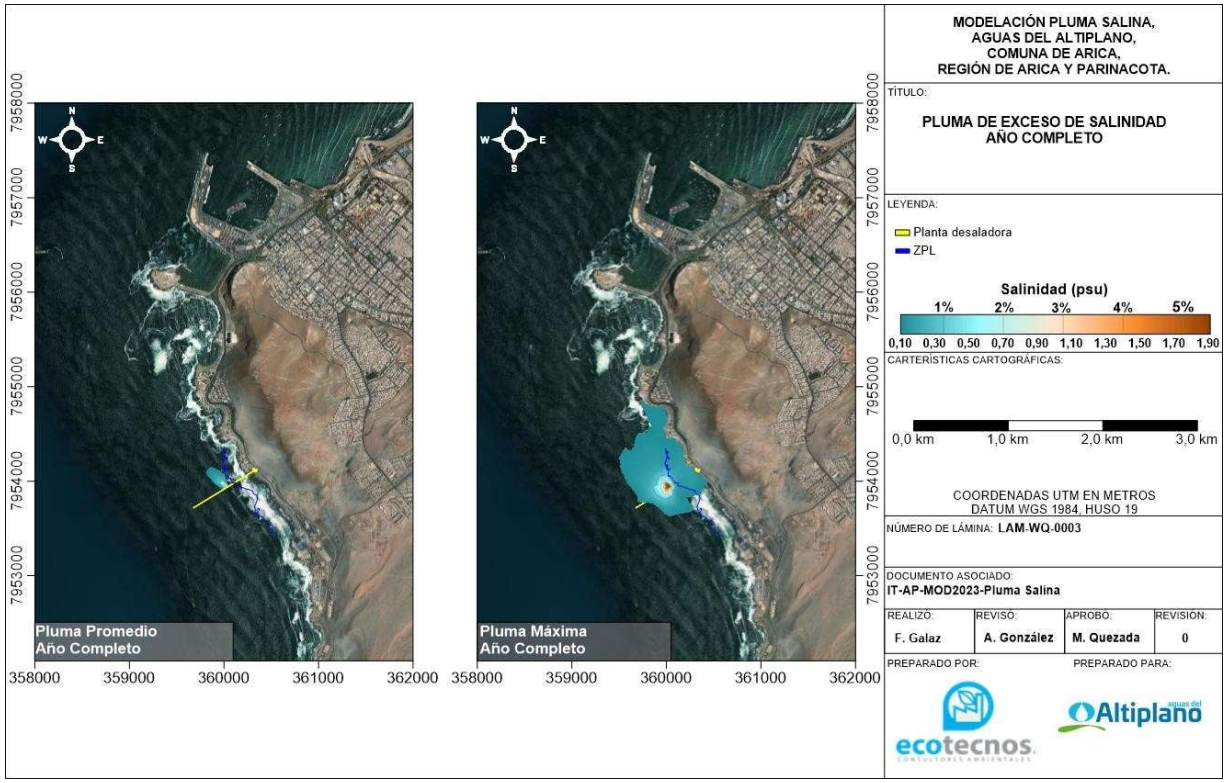
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo. En conclusión, en ningún caso se duplica la salinidad del mar producto de la depositación de salmuera.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso

Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, no generándose impactos significativos en el medio marino.

Observación N° 32:

Aumento de temperatura: El cambio de temperatura será un tema serio que afectara la vida marina, es un tema grave.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado por el titular en la Parte 2 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, las plantas de ósmosis inversa (OI), como la modalidad utilizada en este proyecto, generan salmueras con mayor concentración de sales, pero con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante.

Adicionalmente, en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional el Titular establece un Plan de Vigilancia Ambiental, como parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios presentados en el Anexo 7 de la Adenda Excepcional, que tiene como objetivo definir los procedimientos para monitorear las condiciones ambientales del Proyecto, permitiendo garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección. Para la pluma salina se controlarán temperatura, salinidad/conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de determinar la fiabilidad de los modelos de pluma salina y de sedimentos para que estos no superen los impactos definidos en el estudio.

Observación N° 33:

Químicos: ¿De qué forma afectara en el tiempo todo tipo de vida en el mar? La vida marina no se adecua a los químicos. Se mueren

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

En cuanto a las obras y partes correspondientes a efluentes marinos, según lo presentado en el PAS 115 (Numeral 1.1 del Anexo 1.3 de la Adenda Extraordinaria) corresponde a un emisario que tendrá 298 m lineales de tramo enterrado, 29 m de tramo lineal semienterrado, y 40 metros de tramo sin enterrar, completando un tramo de 367 metros. Al revisar la información presentada dentro del EIA, en el numeral 1.4.2.7 del Capítulo 1, se indica que la tubería correspondiente al emisario sería HDPE de 500 mm de diámetro y estará instalada paralela a las tuberías de impulsión de agua de mar. La cañería operará parcialmente llena hasta el sector de la PEAM y el punto de ubicación de la descarga se ubica en la cota -10 NRS.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5%

de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

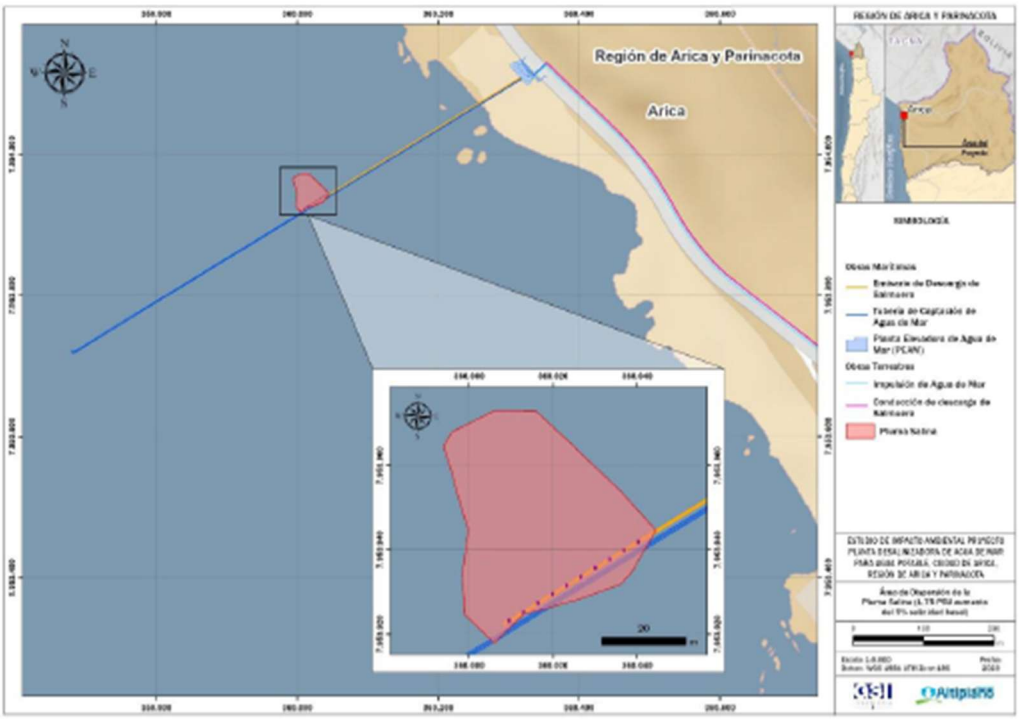
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

FIgura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

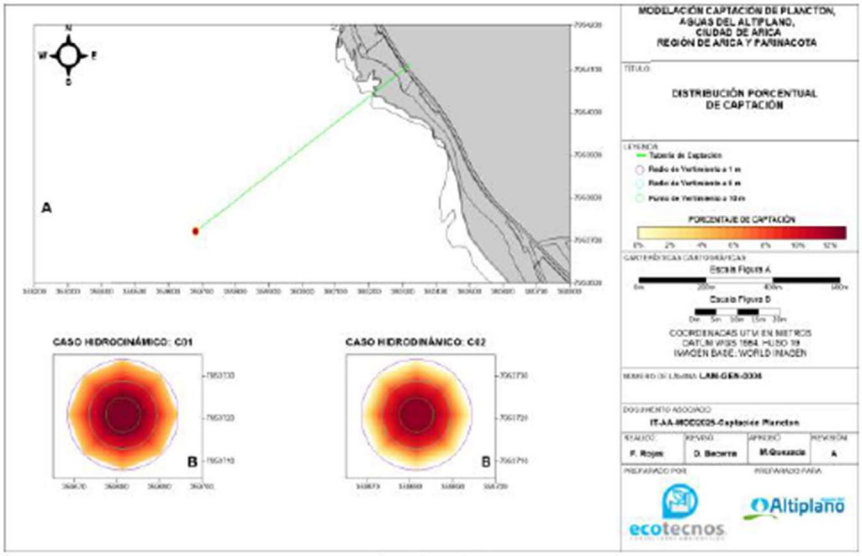
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad

debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

19. Observante: Hugo Enrique Campos Adriaga

Observación N° 34:

Desalinización: ¿Primero donde botaran los residuos? De botar en el mar eso automáticamente morirá todo, flora y fauna marina.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

En cuanto a las obras y partes correspondientes a efluentes marinos, según lo presentado en el PAS 115 (Numeral 1.1 del Anexo 1.3 de la Adenda Extraordinaria) corresponde a un emisario que tendrá 298 m lineales de tramo enterrado, 29 m de tramo lineal semienterrado, y 40 metros de tramo sin enterrar, completando un tramo de 367 metros. Al revisar la información presentada dentro del EIA, en el numeral 1.4.2.7 del Capítulo 1, se indica que la tubería correspondiente al emisario sería HDPE de 500 mm de diámetro y estará instalada paralela a las tuberías de impulsión de agua de mar. La cañería operará parcialmente llena hasta el sector de la PEAM y el punto de ubicación de la descarga se ubica en la cota -10 NRS.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

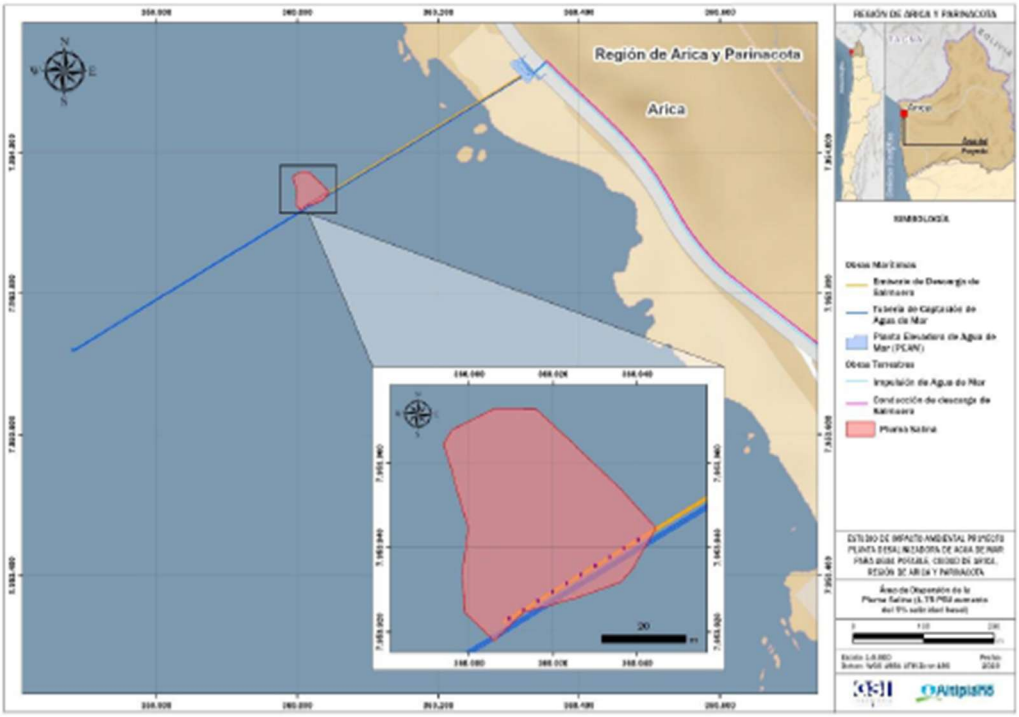
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos

no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

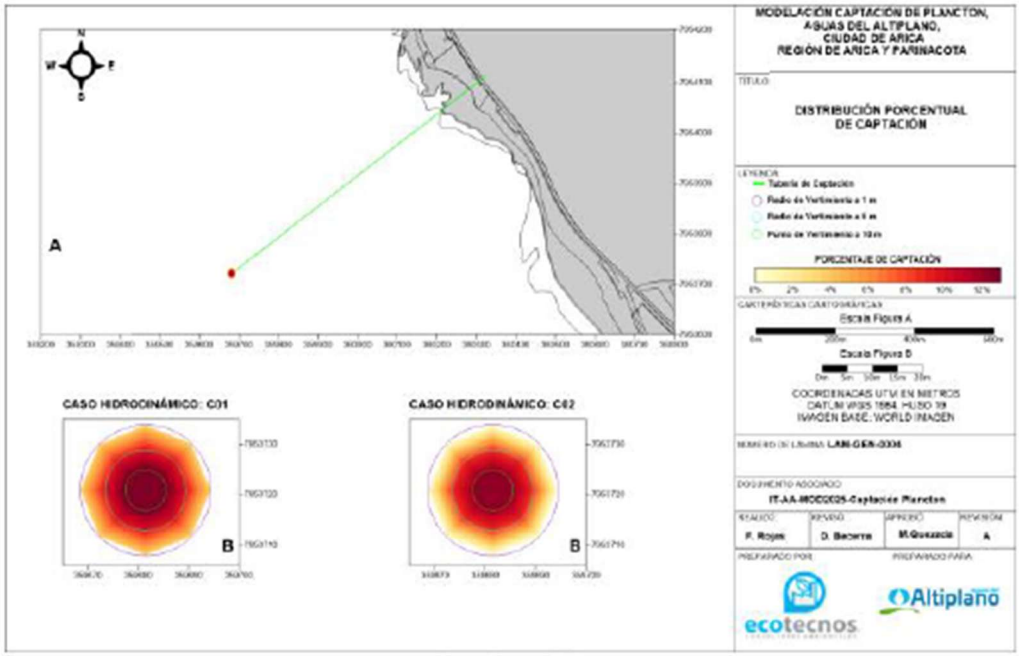
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Figura: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más

significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Observación N° 35:

¿Cuál será la solución? ¿Después de que se produzca la muerte de la flora o productos marinos quien indemnizara la falta de productos marinos, si se pone a funcionar la planta desalinizadora?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea dos temas: primero, cuál sería la solución frente al efecto sobre la flora y fauna marina y sobre los productos marinos que generaría el funcionamiento de la planta desalinizadora; y segundo, quién indemnizaría la falta de productos marinos en dicho escenario.

Respecto del primer tema, el factor que puede incidir sobre la flora, la fauna y los productos marinos es la descarga al mar del efluente concentrado en sales (salmuera). Este efluente resulta del proceso de osmosis inversa, mediante el cual la planta separa el agua desalada del agua de mar, y a él se suman las obras de captación de agua de mar necesarias para dicho proceso. Esta descarga forma parte del diseño del proyecto y se producirá de manera cierta y continua durante toda la fase de operación de la planta, por lo que su comportamiento fue objeto de un estudio de modelación numérica específico. Dicho estudio determinó que el aumento de salinidad en la zona se mantiene, en promedio, bajo el 1% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.4), y que el 68% de los escenarios evaluados se mantuvo bajo el 5% de exceso sobre la salinidad basal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Incluso en condiciones extremas, el exceso máximo es de 3,98 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua, un 11,39% sobre la salinidad basal, que se reduce a un 10% a 1,18 metros y a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido

del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5) y cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

Sobre la flora, la fauna y los productos marinos, el expediente presenta bioensayos de toxicidad realizados sobre especies marinas representativas del área: un copépodo, es decir, un pequeño crustáceo del plancton, y una microalga. Estos ensayos determinaron que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a manifestarse a partir de una salinidad de 40,54 psu, valor que se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). El único banco natural identificado en el sector, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia

Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Como parte de la solución, el comportamiento de la descarga y su efecto sobre el medio marino quedan sujetos a verificación en terreno durante toda la operación, mediante el Plan de Vigilancia Ambiental. Este es el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, y su objetivo es "garantizar el cumplimiento de las normas ambientales y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la pluma salina, es decir, la zona de agua más salada que se forma en torno a la descarga, en 22 estaciones, junto con la columna de agua, los sedimentos, las comunidades planctónicas y bentónicas y la fauna íctica, es decir, los peces. Además, monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, los organismos del mar que se aprovechan, como peces y mariscos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica estableció que este plan rige durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y que su frecuencia o sus parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En cuanto al segundo tema, la ejecución del Plan de Vigilancia Ambiental es una obligación del Titular, y los informes con sus resultados se entregan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) a través del sistema de seguimiento ambiental, dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña semestral (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). En lo que respecta específicamente al componente Medio Humano, el análisis se refiere a la actividad humana de recolección de productos del mar. Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega

de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA, para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, y obras marítimas.

En conclusión, la descarga de salmuera mantiene un aumento promedio de salinidad bajo el 1%, su exceso máximo se reduce al 5% a 2,13 metros del punto de descarga y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa. Los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias tóxicas y cumplirá la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000. Los efectos adversos de los bioensayos comienzan a una salinidad superior a la que genera la descarga, y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. Como solución, estas condiciones se verifican durante toda la operación mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigido por la Gobernación Marítima de Arica, que busca detectar de manera temprana efectos imprevistos para su pronta corrección, cuya ejecución es obligación del Titular y cuyos informes se entregan a la SMA. Respecto de la actividad de recolección de productos del mar, el acceso se mantiene libre durante la operación, y la restricción de acceso durante la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje.

20. Observante: Jaime Eugenio Condori Manquian

Observación N° 36:

La Salmuera tirada o botada directamente al mar va hacer un daño a la fauna marina como los peces, los mariscos, tortugas, lobos marinos, porque la salinidad será mas fuerte junto a los químicos que se bañen en el entorno de playas arenillas negras a largo plazo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

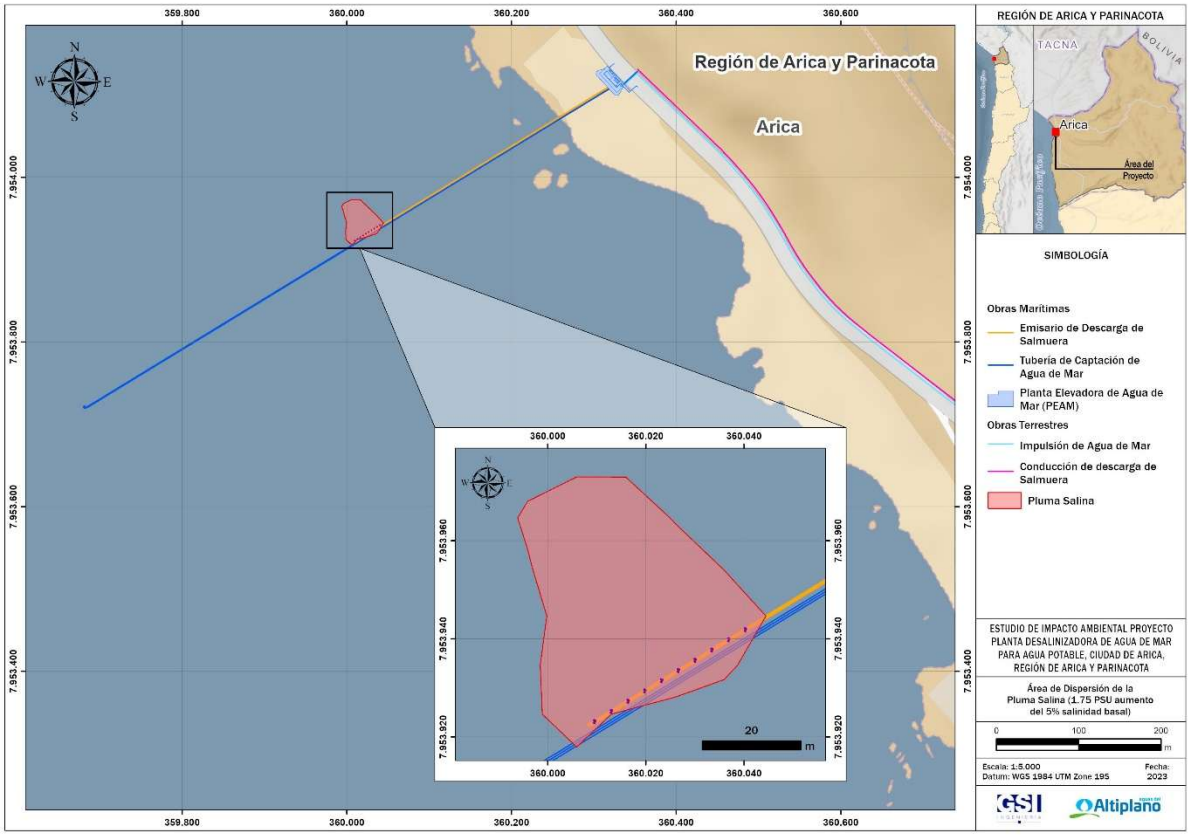
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

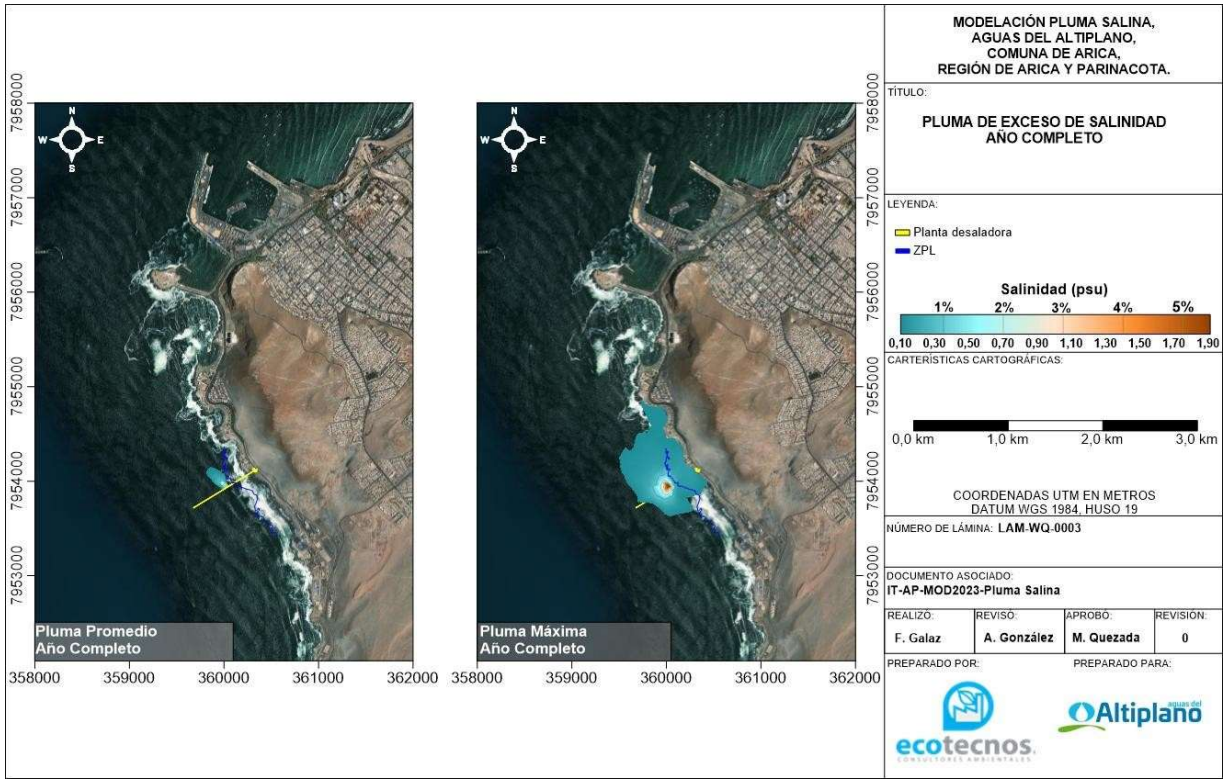
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

A largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Por otra parte, especto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En conclusión, no se estima un impacto significativo en los ecosistemas marinos debido a lo acotado del aumento de salinidad ni por la descarga de químicos, así como tampoco en las playas cercanas, entre las que se incluyen las playas La Lisera y El Laucho, en tanto no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

21. Observante: Manuel Antonio Delgado Morales

Observación N° 37:

Sustentabilidad del sector: ¿Como se va a sustentar la zona al ser afectada con la salinidad de la salmuera? ¿Tienen algún estudio base? ¿Como van a indemnizar o compensar los daños ocasionados?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a estudios de salinidad de la zona, en el Anexo 3.16 de la Adenda se presentan informes de laboratorio respecto a la línea de base de ecosistemas marinos. Particularmente, se presentan informes relacionados a bioensayos, biota, columna de agua y sedimentos. Los resultados concluyen que la salinidad fluctuó entre 33,5 y 33,7 psu, en general la salinidad presentó una estructura vertical con baja variabilidad, es decir valores que aumentaron muy levemente con la profundidad, como se señala en el Capítulo 3.7 del Estudio de Impacto Ambiental. Lo anterior, se complementa en el Anexo 3.14 de la Adenda, señalando que los valores de salinidad a nivel superficial en el sector de monitoreo presentaron un promedio de 34,7577±0,102 psu, con un rango de 34,5301 psu y 34,8913 psu, en todas las estaciones. En general se observaron oscilaciones de salinidad dentro de la columna de agua. En las estaciones de referencia la salinidad superficial registró valores de 34,8616 psu en la estación EC-S (referencia sur), 35,0745 psu en la estación EC-C y 34,994 psu en la estación EC-N (referencia norte).

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

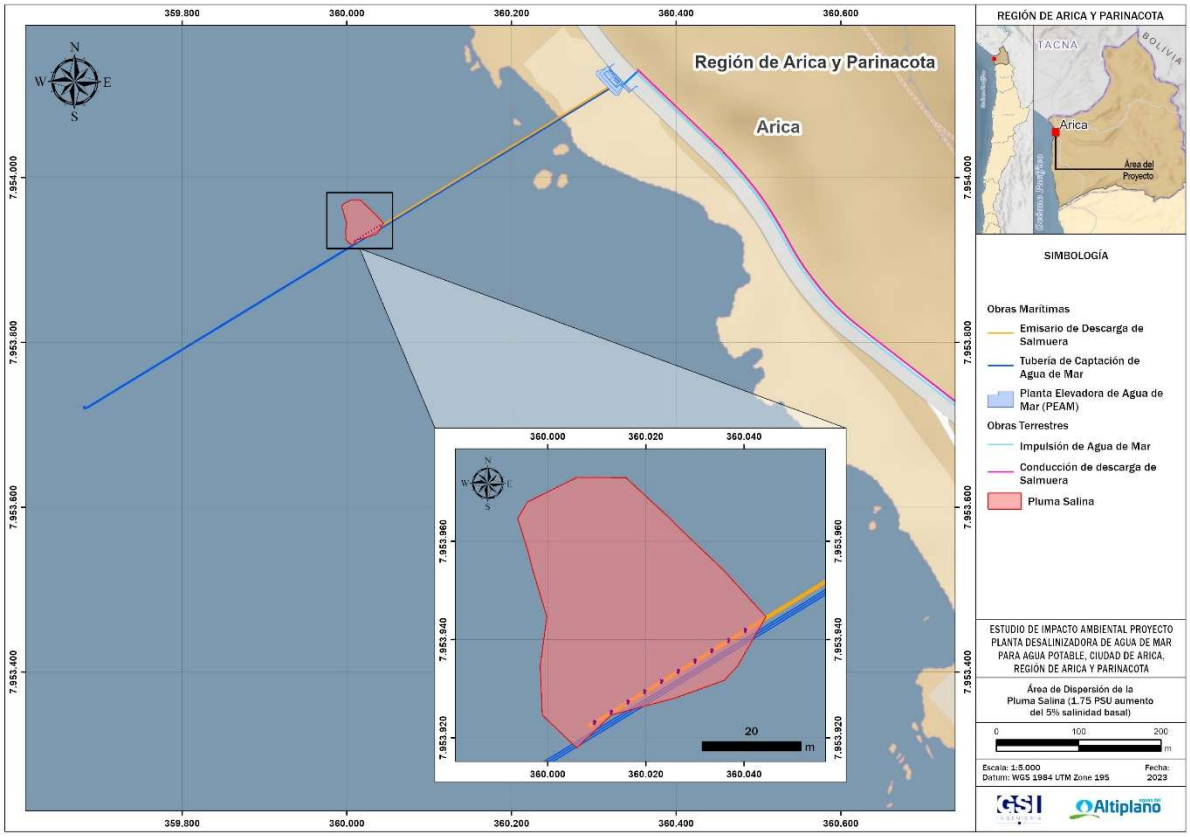
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

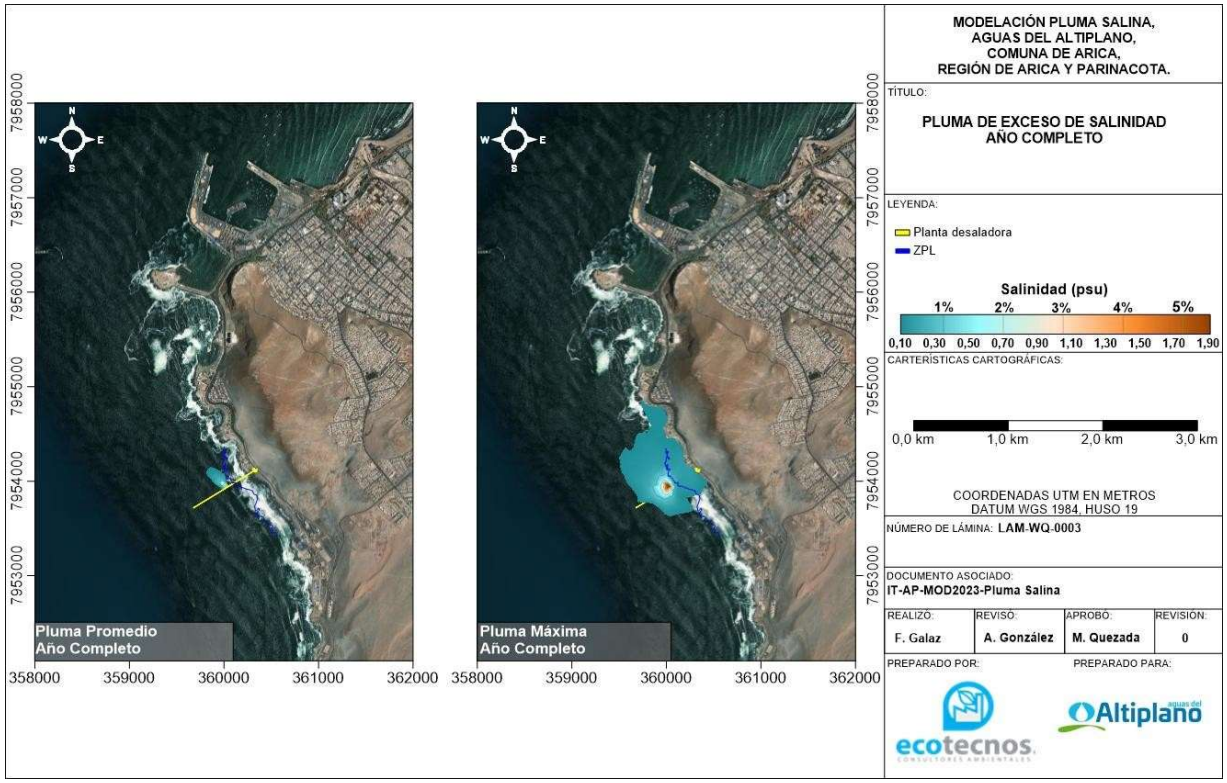
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

En consideración a que la evaluación del impacto es no significativa, no se establecen medidas de mitigación, reparación o compensación por cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar, así como tampoco compromisos ambientales voluntarios.

Observación N° 38:

Que pasara a largo plazo, ¿tienen algún plan o dejaran botado el proyecto como el emisario?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Proyecto se presentó para una operación de duración indefinida y contempla sustituir equipos e instalaciones cuando pierdan sus condiciones normales de conservación. Por esa razón, el EIA no fijó una fecha de término ni describió una fase de cierre programada. Esto consta en el Capítulo 1, apartado "Vida útil del proyecto", p. 1.8, y numeral 1.7, p. 1.227. "Vida útil indefinida".

La gestión de largo plazo se apoya en recambio, mantenimiento, inspección y respuesta a fallas. El EIA, Capítulo 1, numeral 1.6.6, pp. 1.201-1.202, distingue mantenimiento preventivo básico —incluidas revisiones de erosión de materiales, limpieza de tuberías, reemplazo de membranas y calibración de instrumentos—, mantenimiento correctivo programado, reparación de fallas que comprometan el servicio y reparaciones de emergencia. Así, el plan operacional incorpora intervenciones durante toda la vida útil declarada, en lugar de dejar la infraestructura sin atención hasta su deterioro.

Controles de la planta y del emisario

Para el sistema de descarga, el Anexo Obs. 8, Plan de Contingencias y Emergencias, de la Adenda Excepcional, pp. 8.43-8.45, dispone evaluación periódica de puntos de falla, mantenimiento preventivo, capacitación y procedimientos para detener la descarga, aislar el área, reparar y revisar la emergencia.

El mismo Anexo, pp. 8.52-8.53, contempla controles semanales del efluente, monitoreo en línea de pH, conductividad y temperatura, inspecciones preventivas y simulacros. El EIA, Capítulo 1, p. 1.195, añade un informe anual con el estado de la infraestructura de descarga, mantenciones ejecutadas, fotografías y acciones propuestas para el año siguiente.

El Anexo Obs. 5.4, Plan de Vigilancia Ambiental, de la Adenda Excepcional, Cuadro 5.11, p. 26, prevé inspección submarina anual con filmación. Allí se comprueban hermeticidad de tuberías y uniones, condición de lastres y demás piezas, así como estado y funcionamiento de difusores y portas. Si se detecta una falla, el Anexo Obs. 8, pp. 8.43-8.44 y 8.52-8.53, exige controlar la descarga, reparar, verificar las condiciones antes de reanudar, evaluar efectos y comunicar el resultado. Esas acciones son más verificables que una promesa general de que el emisario nunca fallará.

Seguimiento del entorno y participación

La siguiente tabla resume los controles relevantes durante la fase de operación del proyecto:

Tabla. Controles relevantes durante la operación

Control	Frecuencia o período informado	Finalidad
Efluente y operación	Medición en línea de pH, conductividad y temperatura; controles semanales de RILES.	Advertir desviaciones y comprobar la calidad antes de la descarga.
Infraestructura submarina	Inspección con filmación una vez al año; informe anual de estado y mantenciones.	Detectar fugas, deterioro de uniones, lastres o difusores.
Pluma y columna de agua	Trimestral durante dos años y semestral durante tres años posteriores.	Comparar la operación real con la línea de base y las predicciones.
Revisión del PVA	Al finalizar cinco años de máxima operación, con la autoridad competente.	Determinar si corresponde continuar, modificar o cesar la vigilancia.

Fuente: Resumen basado en la Adenda Excepcional, Anexos Obs. 8, pp. 8.52-8.53, y Obs. 5.4 PVA, apartado "Actividades de seguimiento" y Cuadros 5.1 y 5.11; EIA, Capítulo 1.

El PVA actualizado cubre un mínimo de cinco años e incluye pluma salina, columna de agua, sedimentos, bancos naturales, comunidades bentónicas y planctónicas, peces y fauna marina. Al completar ese período, el propio Anexo Obs. 5.4, p. 3, propone evaluar con la autoridad la continuidad, modificación o cese de la vigilancia. La respuesta de largo plazo debe basarse en el cumplimiento de las obligaciones que rijan durante la operación y en la revisión de resultados.

La línea de base recogida en la Respuesta ICSARA V2 del Titular a la observación 38 aporta los rangos de referencia de la tabla siguiente. Su utilidad a largo plazo es reconocer desviaciones respecto de la condición previa en las estaciones comparables. La respuesta también confronta algunos valores del agua de mar con el D.S. N° 90/2000; ese decreto fija límites de emisión para el efluente, por lo que tal comparación no reemplaza el autocontrol de la descarga ni la evaluación del estado ecológico del mar.

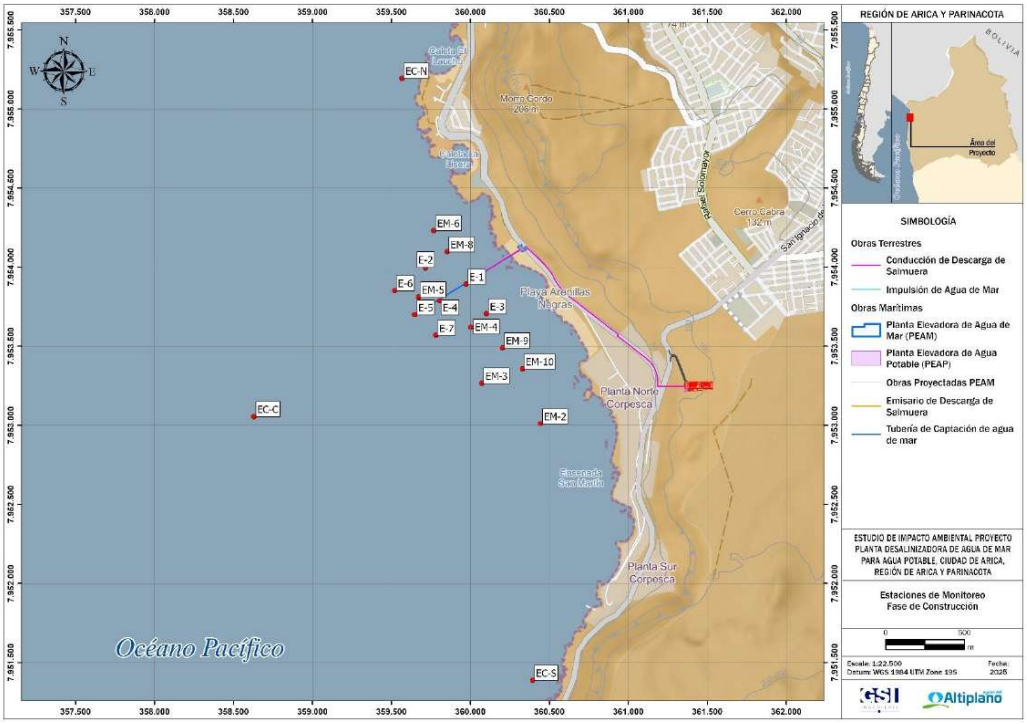
Tabla. Valores de línea de base marina informados por el Titular

Parámetro	Rango informado	Uso en esta respuesta
Salinidad	34,53-34,89 psu	Referencia para contrastar cambios de la pluma salina.
Temperatura	13,63-19,81 °C	Caracterización de la condición física previa.
Oxígeno disuelto	1,316-3,338 ml/L	Referencia para detectar cambios en la columna de agua.
Sólidos suspendidos	< 6 a 24 mg/L	Referencia de calidad ambiental del agua de mar.
DBO5	< 1 a 2 mg/L	Referencia para materia orgánica en la línea de base.

Fuente: Resumen basado en la Adenda Complementaria, ICSARA Ciudadano parte 2, observación 38, Respuesta ICSARA V2, Tablas 1 y 2.

La siguiente Figura del PVA actualizado ubica estaciones marinas frente a Arenillas Negras y puntos externos de referencia, para contrastar las condiciones observadas con lo evaluado.

Figura. Estaciones de seguimiento de agua sedimentos y comunidades marinas



Fuente: Figura 5.3, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Adenda Excepcional.

El Anexo Obs. 5.3, Plan de Seguimiento Ambiental, apartado 5.5, de la Adenda Excepcional, incorpora además un monitoreo participativo con organizaciones de pesca de Arenillas Negras, una mesa de trabajo y difusión de resultados. Esto aporta una vía de seguimiento social del estado del medio marino y de las medidas adoptadas, junto con los reportes exigidos a la autoridad.

Respuesta si una falla interrumpe la producción

El diseño de ósmosis inversa tiene cuatro trenes independientes, de aproximadamente 50 l/s de agua producto cada uno, según el EIA, Capítulo 1, pp. 1.69-1.73. La configuración modular permite reducir la producción cuando un tren presenta una avería y los demás pueden operar de forma segura. No equivale, sin embargo, a una planta íntegramente duplicada: el mismo Capítulo 1, p. 1.184, presenta las bombas de alta presión en modalidad 4+0, es decir, cuatro equipos en servicio y ninguno como reserva exclusiva. El Anexo Obs. 8, p. 8.29, prevé recurrir a respaldo donde exista, proteger las membranas, ajustar la operación y gestionar la reparación de los equipos averiados.

Si el problema afecta la captación o el pretratamiento, el Plan actualizado activa al equipo de emergencia, investiga la causa, rehabilita el sistema y revisa la respuesta después del evento, según el Anexo Obs. 8, p. 8.33. Si se compromete el emisario o la calidad del efluente, las fichas de las pp. 8.43-8.45 contemplan detener la descarga cuando corresponda y reparar antes de volver a las condiciones autorizadas. Por lo tanto, el expediente acredita mantenimiento y capacidad de respuesta.

En consecuencia, la respuesta acreditada es que la planta fue concebida para continuar operando mediante conservación y recambio de equipos, con planes actualizados de contingencia y un PVA de duración inicial definida. Si en el futuro se decidiera terminar definitivamente la actividad, esa situación requeriría una definición específica: el expediente evaluado no contiene una fase de cierre diseñada para una fecha determinada. La ausencia de un cierre programado no autoriza a abandonar instalaciones deterioradas ni a mantener una descarga fuera de las condiciones previstas.

Observación N° 39:

La salmuera tendrá muchas consecuencias para los trabajadores del sector y también para el turismo de Arica.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que la salmuera tendrá consecuencias para los trabajadores del sector y para el turismo de Arica. Para responder, se explica primero qué es la salmuera, cómo se genera, incluidos los productos químicos que utiliza la planta, cómo se descarga y qué ocurre con ella en el mar, y luego se abordan las consecuencias sobre los trabajadores del sector y sobre el turismo.

La planta capta agua de mar a través de una torre submarina ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). En la Planta de Tratamiento de

Osmosis Inversa el agua pasa por un pretratamiento, por la osmosis inversa, que separa el agua dulce de la sal haciendo pasar el agua a presión a través de membranas, y por un postratamiento. El resultado es agua desalada y un remanente de agua de mar con mayor concentración de sal, que es la salmuera. En estas etapas, la planta utiliza los siguientes productos químicos: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Las aguas de lavado de las membranas y de los filtros pasan por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78). El expediente declara, sobre esta descarga, que mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y que está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). La salmuera cumplirá, además, los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

La salmuera se descarga de forma continua durante la operación por un emisario submarino, es decir, la tubería que conduce la descarga hacia el mar, de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de 8 difusores, pequeñas salidas por donde se libera la salmuera, y la descarga se realiza a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80).

Al salir por los difusores, la salmuera se mezcla con el agua de mar y forma una pluma salina, es decir, una zona de mayor salinidad que disminuye al alejarse del punto de descarga. La

salinidad natural del sector, medida en terreno, es de entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). En el 68% de los escenarios evaluados el exceso de salinidad se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). En el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable en los 12 años simulados, entre 2012 y 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio realizadas sobre un copépodo y una microalga representativos del área, determinaron que los efectos adversos, como aumento de mortalidad o inhibición de crecimiento, comienzan a manifestarse a partir de una salinidad de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10).

El comportamiento de la pluma salina se verifica mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), y sus resultados se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Ante un eventual derrame rige, además, un Plan de Emergencias y Contingencias, con monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura antes de la descarga y mantenimiento preventivo del emisario (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.51).

En cuanto a los trabajadores del sector, es decir, los pescadores, buzos y recolectores de orilla de Arenillas Negras, durante la fase de operación, que es cuando se descarga la salmuera, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal de acceso al mar, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA.

En cuanto al turismo, el expediente evalúa el componente ambiental "Valor Turístico", es decir, si el Proyecto altera zonas con valor turístico o restringe el acceso a ellas, e identifica como atractivos turísticos cercanos al área del Proyecto a playa La Lisera y las olas El Cacho, Arenillas Negras y El Rancio (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222). Los efectos identificados sobre este componente corresponden a las obras de la fase de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Sección 3.3.2.7, p.3.94). Durante esa fase, la intervención que se mantiene en la playa a lo largo de las obras es la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar, es decir, el recinto temporal donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, que ocupa un sector acotado y se reduce progresivamente a medida que avanzan las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28).

En síntesis de lo expuesto, la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, porque los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento

se neutralizan o transforman antes de la descarga, y cumplirá la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000. Se descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL, su exceso de salinidad baja al 5% a 2,13 metros, el aumento promedio se mantiene bajo el 1% y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa, lo que se verifica mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigido durante toda la operación. Para los trabajadores del sector, durante la operación el acceso se mantiene libre y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. La restricción temporal durante la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje. Para el turismo, los efectos identificados sobre el componente Valor Turístico corresponden a la construcción, con una instalación de faenas que ocupa un sector acotado de la playa y se reduce a medida que avanzan las obras.

22. Observante: Maria Angelica Rojas Hinojosa

Observación N° 40:

La Salmuera: Digo que no a la desaladora porque botar o tirarla directamente al mar sería un daño irreparable al mar, sería un daño irreparable para la fauna marina del sector costero, además no tenemos en Chile estudios de salinidad, sería una catástrofe enorme con las especies marinas y también las personas que se bañan en los entornos., esto debido a los químicos fuertes usado en su proceso de osmosis. Seria a largo plazo como el Emisario el cual ya colapso dejando el medio ambiente contaminado.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

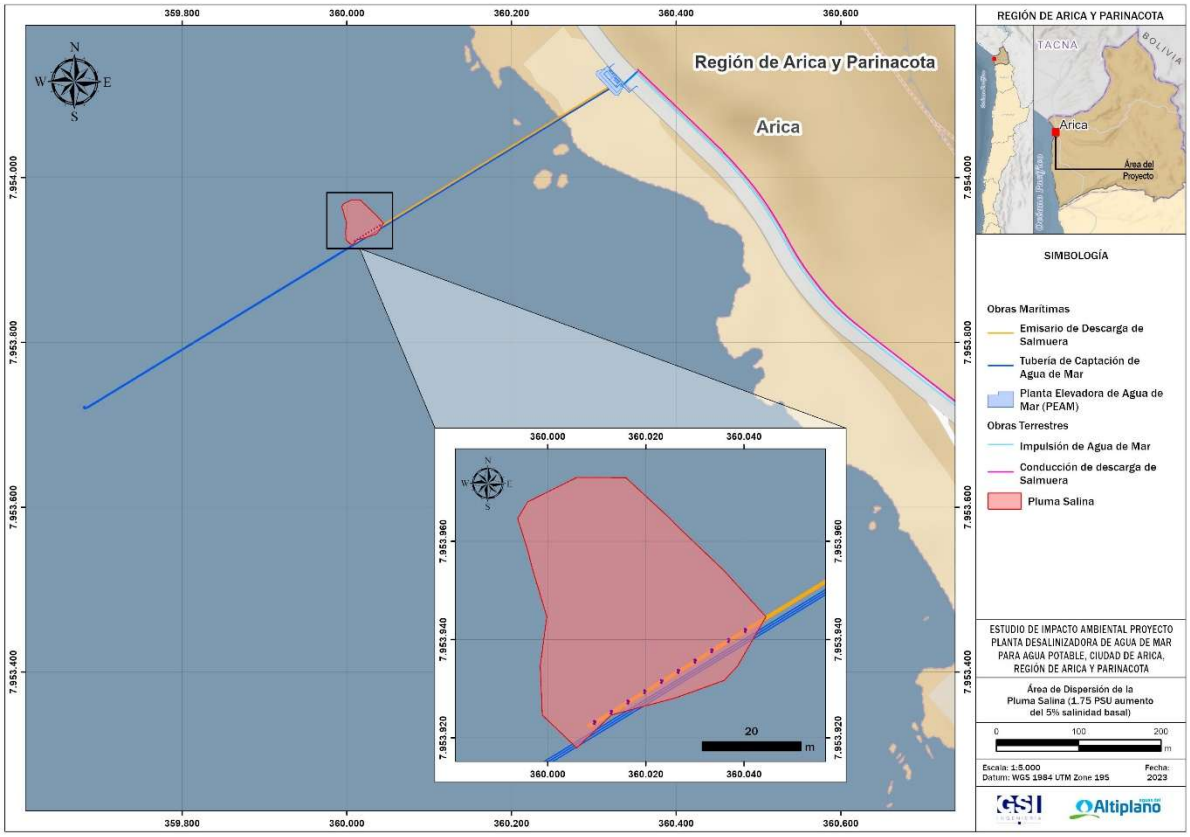
Respuesta a la observación:

En primer lugar, respecto a estudios de salinidad de la zona, en el Anexo 3.16 de la Adenda se presentan informes de laboratorio respecto a la línea de base de ecosistemas marinos. Particularmente, se presentan informes relacionados a bioensayos, biota, columna de agua y sedimentos. Los resultados concluyen que la salinidad fluctuó entre 33,5 y 33,7 psu, en general la salinidad presentó una estructura vertical con baja variabilidad, es decir valores que aumentaron muy levemente con la profundidad, como se señala en el Capítulo 3.7 del Estudio de Impacto Ambiental. Lo anterior, se complementa en el Anexo 3.14 de la Adenda, señalando que los valores de salinidad a nivel superficial en el sector de monitoreo presentaron un promedio de 34,7577±0,102 psu, con un rango de 34,5301 psu y 34,8913 psu, en todas las estaciones. En general se observaron oscilaciones de salinidad dentro de la columna de agua. En las estaciones de referencia la salinidad superficial registró valores de 34,8616 psu en la estación EC-S (referencia sur), 35,0745 psu en la estación EC-C y 34,994 psu en la estación EC-N (referencia norte).

Respecto al aumento de la salinidad por la intervención del proyecto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina.

Por otra parte, se presentan a continuación los principales resultados respecto a la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada, presentados en el Anexo 6.2 de la Adenda.

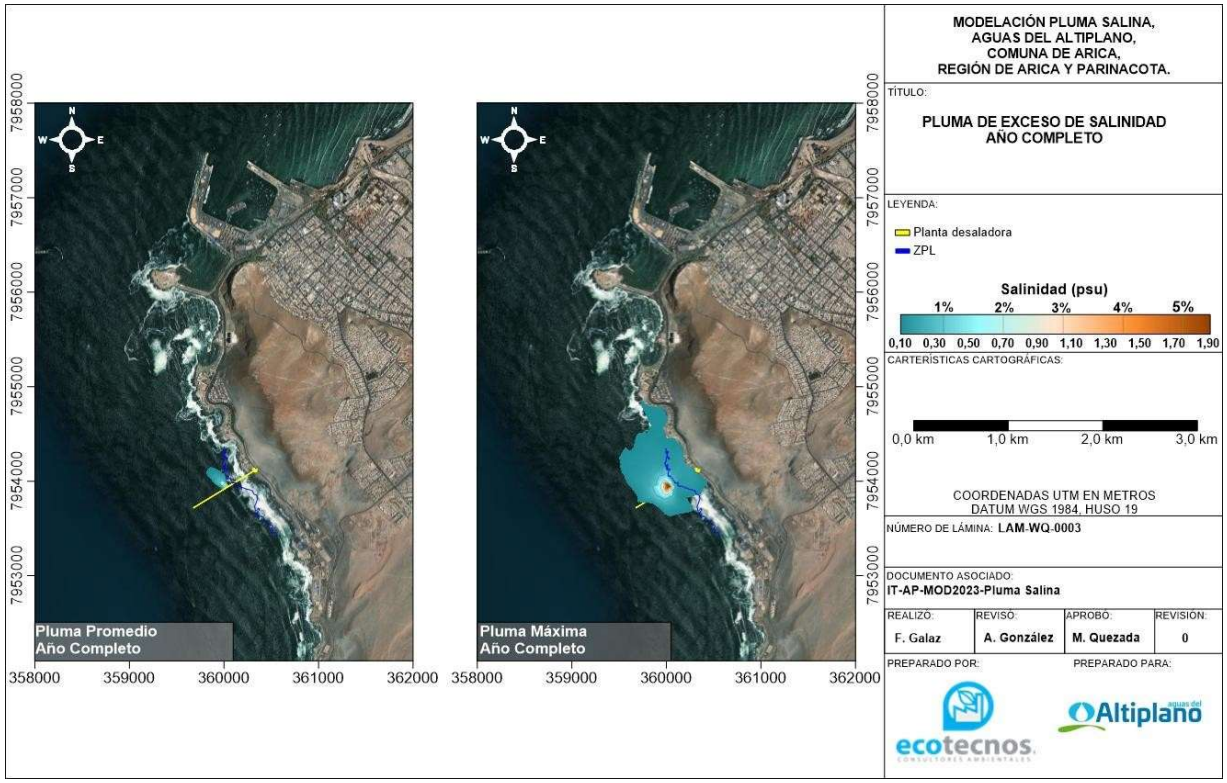
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Por otra parte, respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En conclusión, no se estima un impacto significativo en los ecosistemas marinos debido a lo acotado del aumento de salinidad ni por la descarga de químicos, así como tampoco en las playas cercanas, entre las que se incluyen las playas La Lisera y El Laucho, además de la playa el Chinchorro y Las Machas, en tanto no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

23. Observante: Oscar Hernan Contreras Diaz

Observación N° 41:

Ecosistema marino: Los daños que se producen por este tipo de sistemas causa daños irreversibles en los ecosistemas marinos, afectado al sector pesquero.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

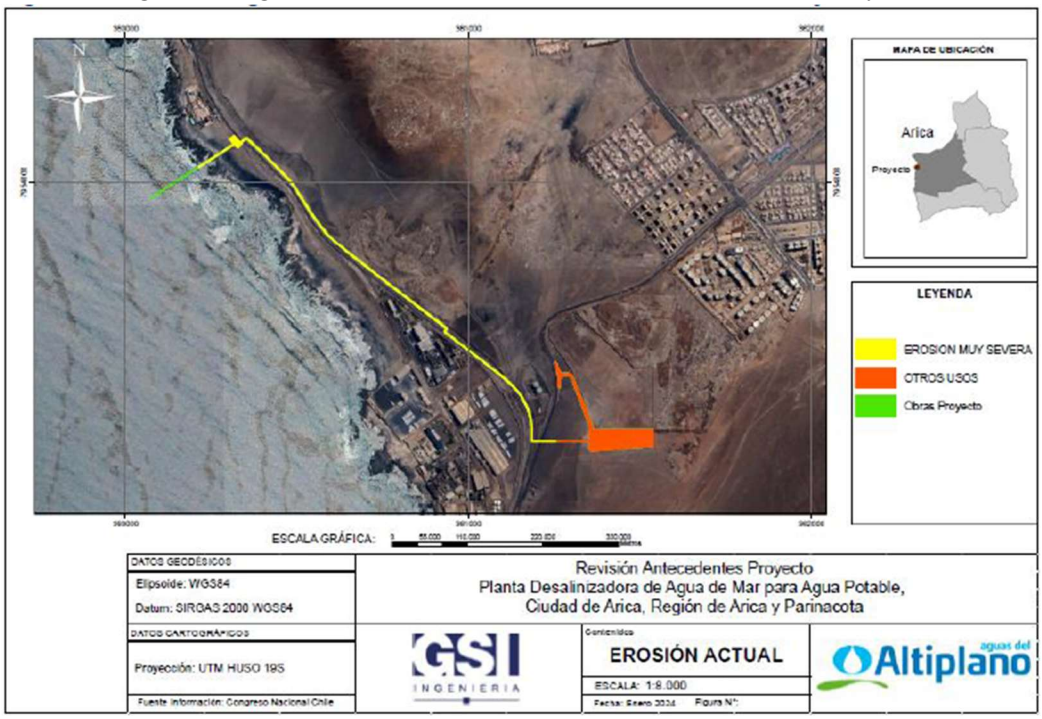
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

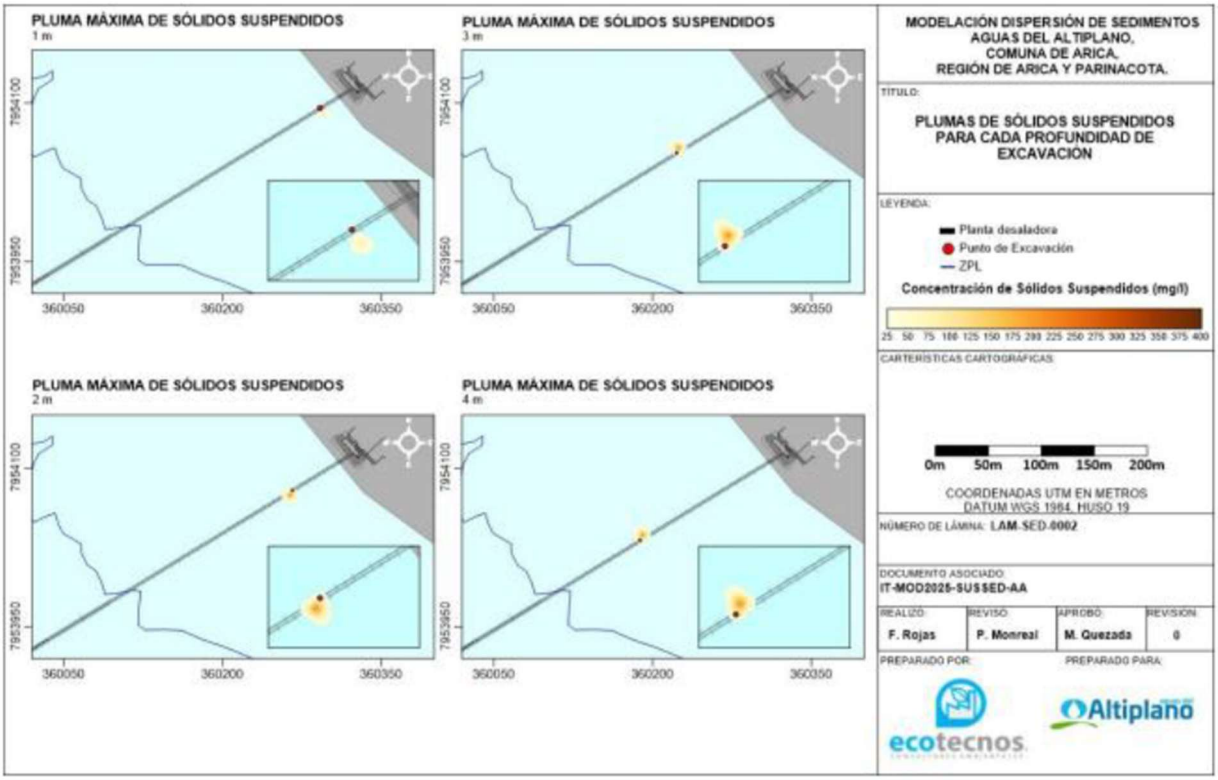
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

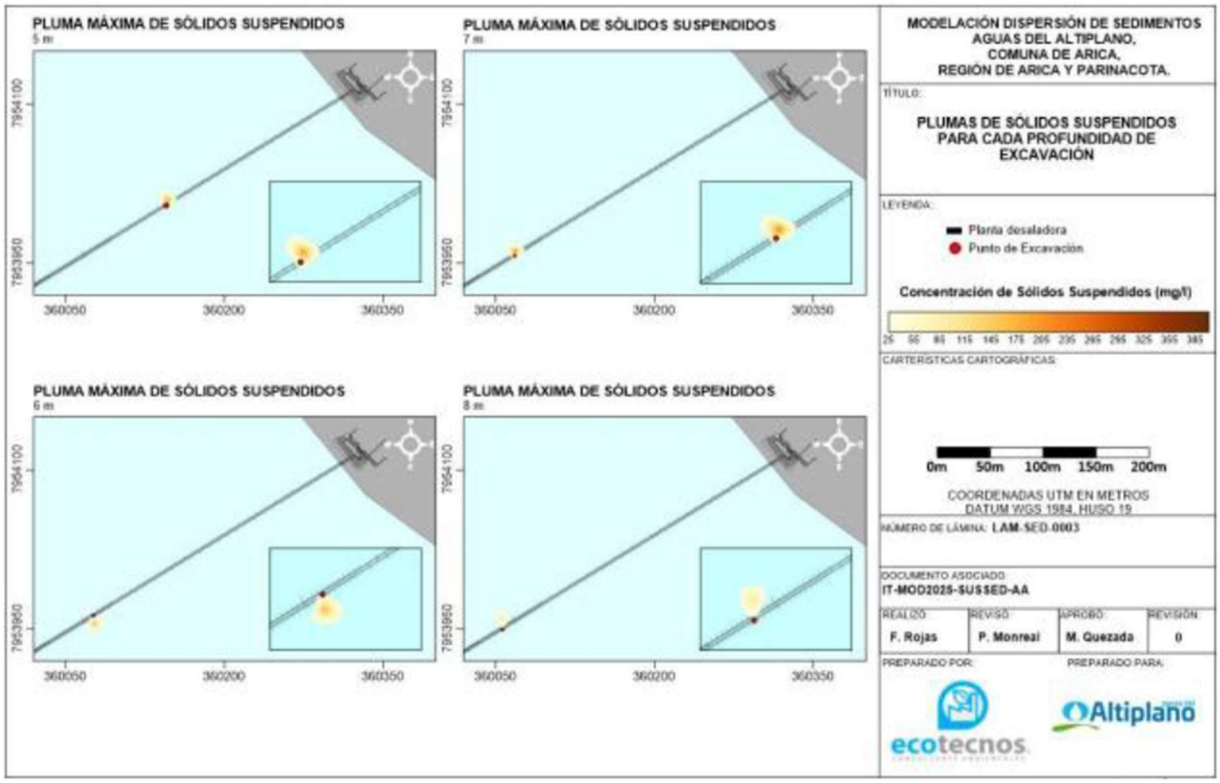
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico8

8 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual9

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

9 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

32. 29,5 [m] para actividades de perforación;

33. 34,3 [m] para actividades de dragado;

34. 533 [m] para actividades de embarcación;

35. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

36. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

37. 2 [m] para actividades de perforación;

38. 3 [m] para actividades de dragado;

39. 11 [m] para actividades de embarcación;

40. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

41. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

42. 613,17 [m] para actividades de perforación

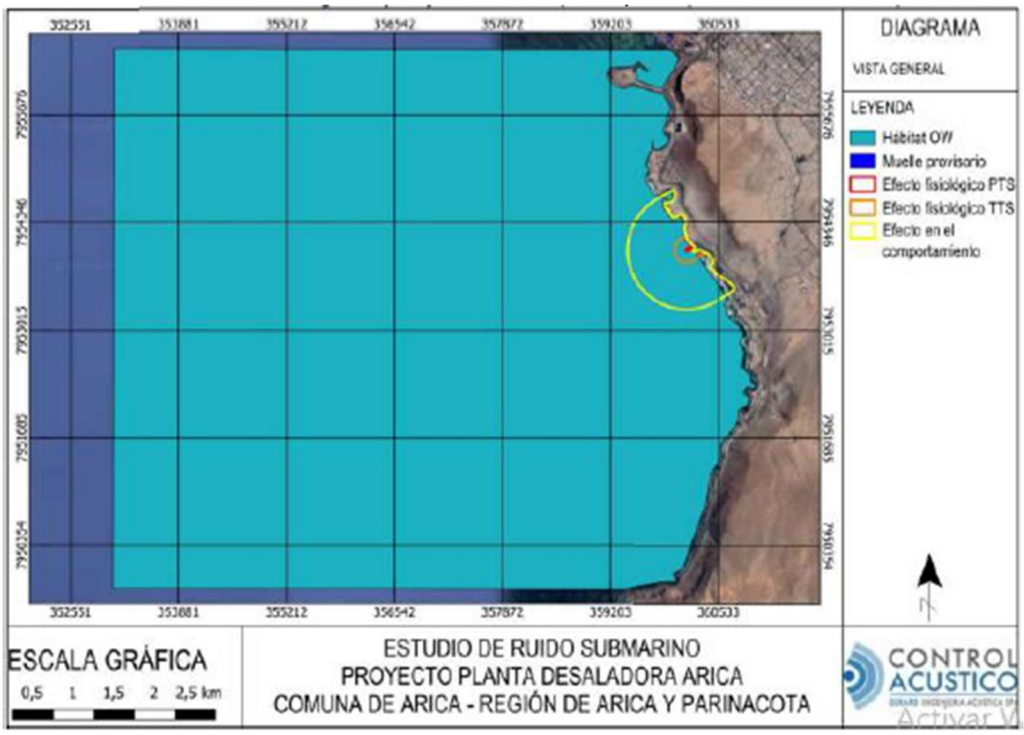
43. 730,36 [m] para actividades de dragado;

44. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

45. 3094 [m] para actividades de tronaduras

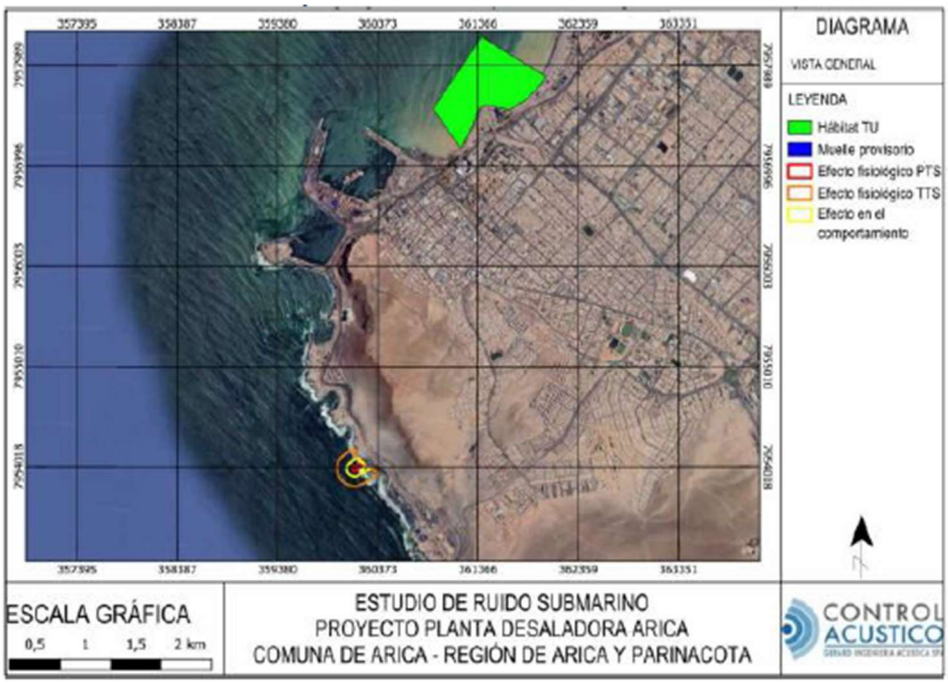
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



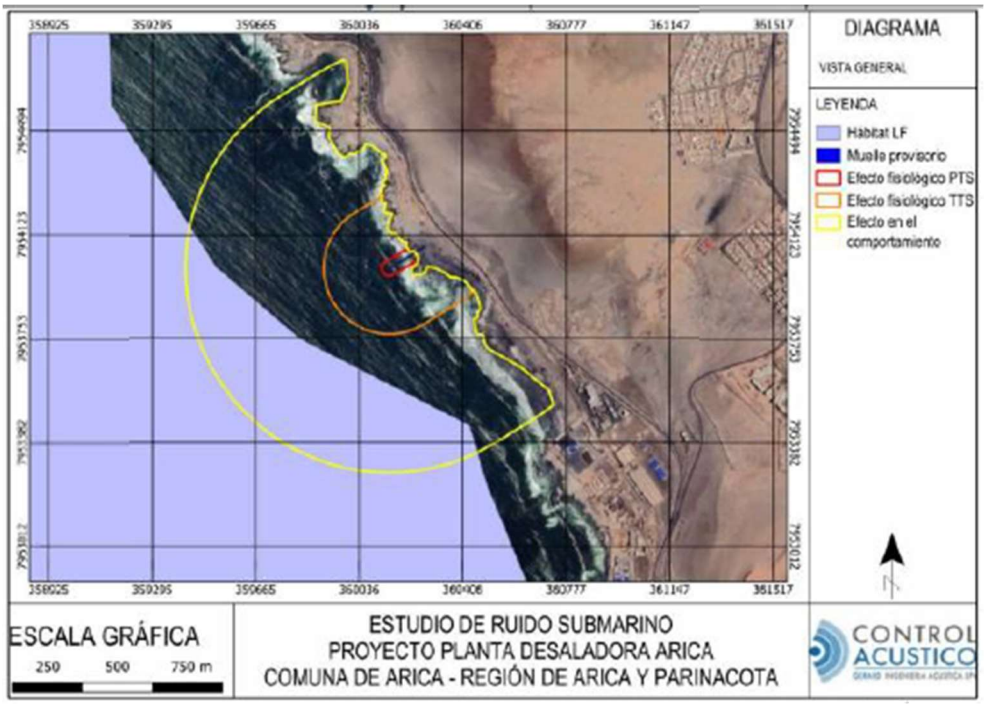
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

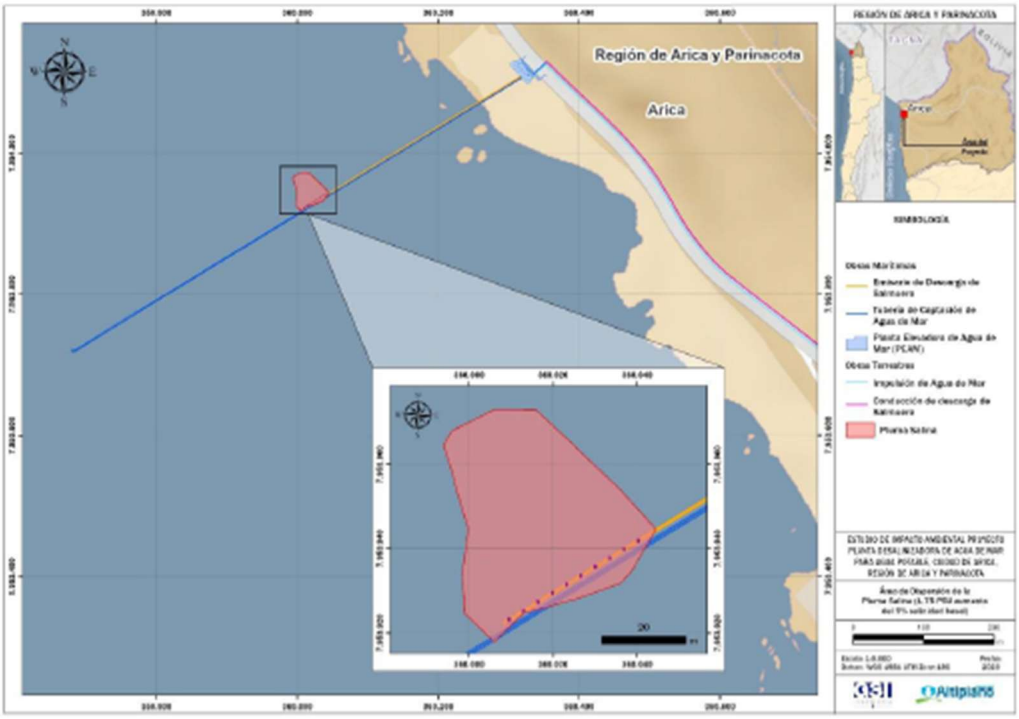
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

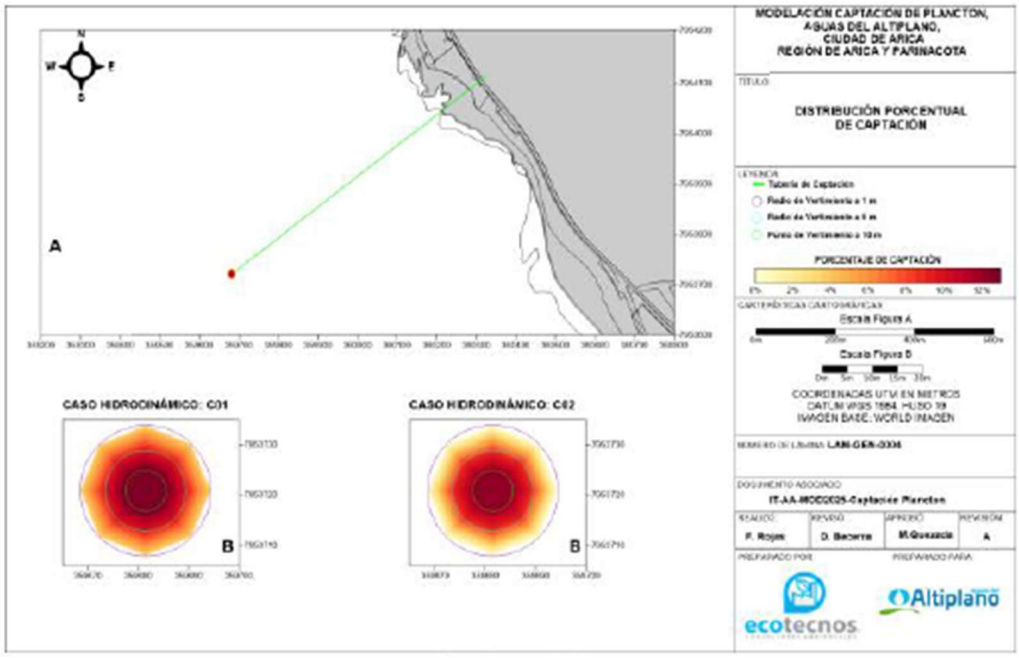
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en el Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 42:

Contaminación: La contaminación provocada por la desalinizadora es un hecho evidente en las regiones que han aplicado este sistema.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Observación N° 43:

Problemas en la ciudadanía: En la región de Antofagasta se han generado problemas en la red de cañerías afectando el suministro de agua, cañerías tapadas por la sal.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En respuesta a la consulta ciudadana, cabe destacar que el Proyecto dentro del proceso de evaluación deberá garantizar el correcto funcionamiento de la todas sus partes, obras y acciones durante todas sus fases, garantizando dar fiel cumplimiento a la normativa vigente existente en torno a Agua Potable y Aguas Servidas, junto con la prevención de emergencias y la acción frente a contingencias.

En este sentido, primeramente, el Proyecto considera dentro de se Plan de Cumplimiento de la Legislación Vigente (Anexo 4 de la Adenda Extraordinaria) considera el cumplimiento con la siguiente normativa en las materias mencionadas en el párrafo anterior:

46. DFL Nº725/1967 y sus modificaciones posteriores. Código Sanitario del Ministerio de Salud: Durante las fases del proyecto el agua para consumo humano cumplirá con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en la NCh 409 Of. 84. Ésta será adquirida desde empresas autorizadas por la SEREMI de Salud y que cuenten con la resolución de autorización vigente de agua potable y agua sanitaria, según lo indica el D.S. N°594, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo, en sus artículos 12, 13 y 14.

47. Decreto Supremo Nº 594/1999 y sus modificaciones posteriores. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo: Durante las fases del proyecto el agua para consumo humano cumplirá con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en la NCh 409 Of. 84. Ésta será adquirida desde empresas autorizadas por la SEREMI de Salud y que cuenten con la resolución de autorización vigente de agua potable y agua sanitaria, según lo indica el D.S. N°594, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo, en sus artículos 12, 13 y 14.

48. Decreto Supremo N°735/1969 y sus modificaciones posteriores. Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano: Durante las fases del proyecto el agua para consumo humano cumplirá con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en la NCh 409 Of. 84. Ésta será adquirida desde empresas autorizadas por la SEREMI de Salud y que cuenten con la resolución de autorización vigente de agua potable y agua sanitaria, según lo indica el D.S. N°594, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo, en sus artículos 12, 13 y 14.

49. Decreto Nº446/2006 Exento, Declara Normas Oficiales de La República de Chile. Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública: Durante las fases del proyecto el agua para consumo humano cumplirá con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en la NCh 409 Of. 84. Ésta será adquirida desde empresas autorizadas por la SEREMI de Salud y que cuenten con la resolución de autorización vigente de agua potable y agua sanitaria, según lo indica el D.S. N°594, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo, en sus artículos 12, 13 y 14.

Por otra parte, el proyecto deberá contar también con el Permiso Ambiental Sectorial (PAS) 139 "*Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales o mineros*", ya que el Proyecto deberá garantizar que la calidad del agua del cuerpo receptor no ponga en riesgo la salud de la población.

Por otra parte, el Proyecto cuenta dentro Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, con las acciones necesarias para evitar cualquier tipo de contingencia o emergencia relacionada a problemas dentro del funcionamiento de la planta. En este sentido presenta lo siguiente:

Tabla: Déficit de suministro de insumos para la operación de la PTOI

Riesgo: Déficit de suministro de insumos para la operación de la PTOI	
Riesgo o Contingencia	Déficit de suministro de insumos para la operación de la planta Riesgo asociado a la falta de stock de suministros necesarios para la correcta operación de la planta.
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de Operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Todas las partes, obras y acciones del proyecto, en fase de operación.
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Para evitar el desabastecimiento de insumos del proceso de tratamiento la planta cuenta con espacio y capacidad de almacenamiento suficiente lo que permite abastecerse regularmente y mantener las cantidades necesarias para llevar a cabo e l proceso sin inconvenientes. De esta manera se ha previsto evitar eventualidades que afecten el suministro, ya que el tiempo disponible para actuar es cercano a un mes el cual es más que suficiente.
Forma de control y seguimiento	Se realizará constantemente un chequeo de los insumos necesarios para el funcionamiento de la planta, asegurando un stock suficiente para responder en caso de emergencias

Riesgo: Déficit de suministro de insumos para la operación de la PTOI	
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia:** 50. En caso de que se produjese un déficit de insumos se recurrirá a utilizar el insumo sobrante en estanque que tiene suficiente cantidad para un mes de operación **Después de la Emergencia**: 51. Se dará aviso de la activación de las acciones de emergencia a la Superintendencia del Medio Ambiente y a las autoridades sectoriales que corresponda. La información se enviará mediante un reporte que contendrá: Fecha, lugar, descripción del suceso, medidas tomadas y registros. Dicho reporte será enviado por correo electrónico a la autoridad competente y a través del Sistema de Seguimiento ambiental la SMA.
Forma de control y seguimiento	Se realizará constantemente un chequeo de los insumos necesarios para el funcionamiento de la planta, asegurando un stock suficiente para responder en casos de emergencias. El suceso será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra d, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Falla mecánica de equipos

Riesgo: Falla mecánica de equipos	
Riesgo o Contingencia	Falla mecánica de equipos: Situación asociada a la falla de equipos asociados a la planta que generen un perjuicio en la calidad del producto
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de Operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Todas las partes, obras y acciones del proyecto correspondientes a la fase de operación
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	Se seguirá estrictamente el cronograma de mantenciones de la planta con el objeto de mantener todos los equipos en buenas condiciones y prevenir cualquier falla en ellos. Adicionalmente, el operador estará atento a cualquier condición anómala durante el proceso de tratamiento. Se llevará un registro de las mantenciones, el cual estará disponible en planta.
Forma de control y seguimiento	Se realizará una revisión periódica de los equipos mecánicos de la planta, de acuerdo al plan de mantención
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia**: 52. En caso de falla de algún equipo, se considera el uso de los equipos de respaldo existentes en la planta. En caso de no existir equipos de respaldo se garantizará el funcionamiento mínimo de la membrana para que esta no se ensucie hasta que esté disponible un nuevo equipo. Por último, se pedirá a contratistas que realicen la reparación del desperfecto en el menor tiempo posible 53. Frente a alguna falla mecánica de equipos, la planta funcionará en una condición más desfavorable, por lo que se ajustará la operación para poder mantener el tratamiento de agua producto **Después de la Emergencia:** 54. Se dará aviso de la activación de las acciones de emergencia a la Superintendencia del Medio Ambiente y a las autoridades sectoriales que corresponda. La información se enviará mediante un reporte que contendrá: Fecha, lugar, descripción del

Riesgo: Falla mecánica de equipos	
	suceso, medidas tomadas y registros. Dicho reporte será enviado por correo electrónico a la autoridad competente y a través del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA.
Forma de control y seguimiento	Se realizará una revisión periódica de los equipos mecánicos de la planta, de acuerdo al plan de mantención. El suceso será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra e, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento

Riesgo: Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento	
Riego o Contingencia	Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento, por falla de los sistemas de bombeo debido a falta de mantención de motores y limpieza de filtros. También estos sistemas pueden dejar de operar ante floraciones algales nocivas (FAN) proliferaciones de medusas, y en general antes alteraciones importantes en la calidad del agua de captación.
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Sistema de captación y pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	**Evaluación de Riesgos**: 55. Identificar y evaluar los posibles riesgos asociados a la operación de los sistemas de captación y pretratamiento, incluyendo fallas en el bombeo y alteraciones en la calidad del agua. **Planificación**:

Riesgo: Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento	
	56. Desarrollar un plan de contingencia que incluya roles y responsabilidades claras para el personal involucrado. 57. Establecer un sistema de comunicación eficiente para notificar a las autoridades de salud pública y a la población en caso de una emergencia relacionada con la calidad del agua. **Mantenimiento Preventivo**: 58. Implementar un programa de mantenimiento preventivo regular para motores y filtros para evitar fallas por falta de mantenimiento. **Monitoreo de la Calidad del Agua**: 59. Establecer un programa de monitoreo constante de la calidad del agua de captación para detectar tempranamente floraciones algales nocivas u otras alteraciones.
Forma de control y seguimiento	Registro del programa de mantenimiento preventivo regular para motores y filtros para evitar fallas por falta de mantenimiento
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia:** **Acciones inmediatas**: 60. Activar el equipo de respuesta de emergencia 61. Tomar medidas para restablecer la operación de los sistemas de bombeo y pretratamiento lo más rápido posible. **Evaluación de la Situación:** 62. Evaluar la causa de la paralización y la extensión de los problemas de calidad del agua

Riesgo: Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento	
	63. Determinar si se requiere la implementación de un plan de contingencia específico para enfrentar la presencia de FAN o proliferaciones de medusas. **Medidas de Protección de la Salud Pública**: 64. Notificar de manera inmediata a las autoridades de salud pública sobre la situación y tomar medidas para proteger la salud de la población, como la emisión de advertencias y la distribución de agua producto segura en caso de contaminación. **Después de la Emergencia**: **Rehabilitación:** 65. Reparar y restaurar los sistemas de captación y pretratamiento afectados. 66. Implementar medidas adicionales para prevenir futuras paralizaciones por falta de mantenimiento. **Evaluación Post-Emergencia:** 67. Realizar una revisión exhaustiva de la situación de emergencia para identificar lecciones aprendidas y mejoras en el plan de contingencia. **Informe y Comunicación**: 68. Informar a las partes interesadas y al público sobre las acciones tomadas y los resultados de la evaluación post-emergencia. **Actualización del Plan** 69. Revisar y actualizar el plan de contingencia según sea necesario en función de las lecciones aprendidas y los cambios en la calidad del agua de captación.
Forma de control y seguimiento	Generar un informe de la emergencia que contenga la evaluación post emergencia.

Riesgo: Paralización de los sistemas de captación y pretratamiento	
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra g, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas

Riesgo: Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas	
Riesgo o Contingencia	Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas, generalmente propiciados por un inadecuado manejo de los sistemas de bombeo y niveles de presión.
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Ductos de captación e impulsión
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	**Identificación de Riesgos:** 70. Realizar una evaluación de riesgos regular para identificar posibles puntos de falla en el sistema de distribución de agua 71. Identificar las ubicaciones de las válvulas y los ductos críticos **Movimiento Preventivo**: 72. Implementar un programa de mantenimiento preventivo para los sistemas de bombeo y niveles de presión, incluyendo inspecciones regulares, pruebas y reparaciones necesarias.

Riesgo: Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas	
	Capacitación del Personal: 73. Capacitar al personal encargado del manejo de los sistemas de bombeo y niveles de presión en prácticas seguras y procedimientos de emergencia **Comunicación y Coordinación**: 74. Establecer un sistema de comunicación interna y externa para notificar y coordinar en caso de una emergencia. **Inventario de Recursos**: 75. Mantener un inventario actualizado de equipos, materiales y recursos necesarios para atender emergencias.
Forma de control y seguimiento	Mantener un registro del estado de los ductos que reviene de alguna inspección visual o mecánica
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia**: **Acciones inmediatas:** 76. En caso de una rotura o fuga de agua, o falla en las válvulas, activar el plan de emergencia de inmediato. **Evaluación de la Situación**: 77. Evaluar la magnitud de la emergencia y determinar si es necesario evacuar áreas cercanas o tomar otras medidas de seguridad. **Control de la Fuga**: 78. Tomar medidas para controlar la fuga de agua, como cerrar las válvulas de cierre de emergencia y detener las bombas si es necesario. **Notificación**: 79. Notificar a las autoridades competentes, como el departamento de agua local y las agencias de respuesta

Riesgo: Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas	
	a emergencias, sobre la situación y solicitar asistencia si es necesario. **Coordinación del Equipo** 80. Coordinar las acciones del personal designado para responder a la emergencia y asignar tareas específicas. **Después de la Emergencia:** **Reparación y Restauración**: 81. Realizar las reparaciones necesarias en los ductos y sistemas de válvulas dañados y restaurar el sistema de bombeo y niveles de presión a la normalidad. **Evaluación Post-Emergencia**: 82. Realizar una revisión exhaustiva de la respuesta a la emergencia para identificar áreas de mejora y actualizar el plan de contingencia según sea necesario. **Informe y Comunicación**: 83. Informar a las partes interesadas, como la comunidad local y las autoridades reguladoras, sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia. **Capacitación Continua** 84. Continuar capacitando al personal en prácticas seguras y procedimientos de emergencia **Actualización del Plan** 85. Actualizar el inventario de recursos y reponer los suministros utilizados durante la emergencia.
Forma de control y seguimiento	Generar un informe de daños y reparaciones.

Riesgo: Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas	
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra h, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Taponamiento de membranas en el proceso de osmosis inversa

Riesgo: Taponamiento de membranas en el proceso de osmosis inversa	
Riesgo o Contingencia	Taponamiento de membranas en el proceso de osmosis inversa, por exceso de materia orgánica
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Osmosis inversa
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	**Identificación de Riesgos**: 86. Realizar una evaluación de riesgos periódica para identificar áreas propensas al taponamiento de membranas debido a la presencia de materia orgánica en el proceso de ósmosis inversa. **Mantenimiento Preventivo:** 87. Implementar un programa de mantenimiento preventivo para los sistemas de ósmosis inversa, incluyendo limpieza y reemplazo de membranas según sea necesario **Control de Calidad del Agua de Entrada**: 88. Monitorear regularmente la calidad del agua de entrada para detectar aumentos en la materia orgánica

Riesgo: Taponamiento de membranas en el proceso de osmosis inversa	
	Capacitación del Personal: 89. Capacitar al personal encargado del proceso de ósmosis inversa en prácticas seguras y procedimientos de operación y mantenimiento **Comunicación y Coordinación:** 90. Establecer un sistema de comunicación interno y externo para notificar y coordinar en caso de una emergencia
Forma de control y seguimiento	Registro del monitoreo del posible taponamiento de las membranas de osmosis inversa
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia:** **Acciones inmediatas**: 91. Descripción de las acciones inmediatas que deben tomarse, como detener el sistema, identificar las membranas afectadas y aislar la fuente de materia orgánica. **Limpieza y Reemplazo de Membranas**: 92. Procedimientos para la limpieza de las membranas afectadas y el reemplazo de las mismas, si es necesario. **Evaluación de la Situación:** 93. Evaluar la magnitud de la emergencia y determinar si es necesario detener la operación del sistema de ósmosis inversa o tomar otras medidas para evitar daños mayores. **Notificación**: 94. Notificar a las autoridades competentes y a los responsables internos sobre la situación y solicitar asistencia si es necesario.

Riesgo: Taponamiento de membranas en el proceso de osmosis inversa	
	Coordinación del Equipo 95. Coordinar las acciones del personal designado para responder a la emergencia y asignar tareas específicas. **Después de la Emergencia**: **Reparación y Restauración**: 96. Realizar las reparaciones necesarias en el sistema de ósmosis inversa, incluyendo la limpieza y el reemplazo de membranas, y restaurar la operación normal. **Evaluación Post-Emergencia:** 97. Realizar una revisión exhaustiva de la respuesta a la emergencia para identificar áreas de mejora y actualizar el plan de contingencia según sea necesario. **Informe y Comunicación**: 98. Informar a las partes interesadas sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración del sistema. **Capacitación Continua** 99. Continuar capacitando al personal en prácticas seguras y procedimientos de operación y mantenimiento. **Actualización del Plan** 100. Actualizar el inventario de recursos y reponer los suministros utilizados durante la emergencia.
Forma de control y seguimiento	Mantener registros detallados de la emergencia, acciones tomadas y resultados
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA,

Riesgo: Taponamiento de membranas en el proceso de osmosis inversa	
	enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra i, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Fallas en los Sistemas de Inyección de Reactivos

Riesgo: Fallas en los Sistemas de Inyección de Reactivos	
Riesgo o Contingencia	Fallas o detención en los sistemas de inyección de reactivos ante un inadecuado manejo o falta de mantenimiento.
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Pretratamiento y Post tratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	**Identificación de Riesgos:** 101. Realizar una evaluación de riesgos periódica para identificar áreas propensas al taponamiento de membranas debido a la presencia de materia orgánica en el proceso de ósmosis inversa. **Mantenimiento Preventivo**: 102. Implementar un programa de mantenimiento preventivo para los sistemas de inyección de reactivos, incluyendo inspecciones regulares, calibraciones y reemplazo de piezas desgastadas. **Capacitación del Personal:** 103. Capacitar al personal encargado del manejo y operación de los sistemas de inyección de reactivos en prácticas seguras y procedimientos de emergencia. **Comunicación y Coordinación**: 104. Establecer un sistema de comunicación interna y externa para notificar y coordinar en caso de una emergencia.

Riesgo: Fallas en los Sistemas de Inyección de Reactivos	
	Inventario de Reactivos y Suministros: 105. Mantener un inventario actualizado de reactivos y suministros necesarios para el funcionamiento de los sistemas.
Forma de control y seguimiento	Registro del programa de mantenimiento preventivo de los sistemas de inyección.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia:** **Activación del Plan**: 106. Descripción de las acciones inmediatas que deben tomarse, como detener el sistema, identificar las membranas afectadas y aislar la fuente de materia orgánica. **Evaluación de la Situación**: 107. Evaluar la magnitud de la emergencia y determinar si es necesario detener la operación del sistema de ósmosis inversa o tomar otras medidas para evitar daños mayores. **Control de la Emergencia**: 108. Tomar medidas para controlar la situación, como detener el flujo de reactivos, aislar la zona afectada y garantizar la seguridad del personal. **Notificación**: 109. Notificar a las autoridades competentes, como los responsables de seguridad industrial y los organismos reguladores, sobre la situación y solicitar asistencia si es necesario. **Coordinación del Equipo**

Riesgo: Fallas en los Sistemas de Inyección de Reactivos	
	110. Coordinar las acciones del personal designado para responder a la emergencia y asignar tareas específicas. **Después de la Emergencia:** **Reparación y Restauración**: 111. Realizar las reparaciones necesarias en los sistemas de inyección de reactivos y restaurar el proceso químico a la normalidad. **Evaluación Post-Emergencia**: 112. Realizar una revisión exhaustiva de la respuesta a la emergencia para identificar áreas de mejora y actualizar el plan de contingencia según sea necesario. **Informe y Comunicación**: 113. Informar a las partes interesadas sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración del proceso químico. **Capacitación Continua:** 114. Continuar capacitando al personal en prácticas seguras y procedimientos de emergencia, así como en el manejo adecuado de los sistemas de inyección de reactivos. **Actualización del Plan:** 115. Actualizar el inventario de reactivos y suministros utilizados durante la emergencia.
Forma de control y seguimiento	Generar un informe de sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración del proceso químico.

Riesgo: Fallas en los Sistemas de Inyección de Reactivos	
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra j, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Roturas en el Sistema de Inyección de Anti incrustante

Riesgo: Roturas en el Sistema de Inyección de Anti incrustante	
Riesgo o Contingencia	Roturas en el Sistema de Inyección de Anti incrustante
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	**Identificación de Riesgos**: 116. Realizar una evaluación de riesgos periódica para identificar posibles puntos de falla en el sistema de inyección de antiincrustante y las áreas propensas a roturas. **Mantenimiento Preventivo**: 117. Implementar un programa de mantenimiento preventivo para el sistema de inyección de antiincrustante, incluyendo inspecciones regulares, calibraciones y reemplazo de piezas desgastadas. **Capacitación del Personal**: 118. Capacitar al personal encargado del manejo y operación del sistema en prácticas seguras y procedimientos de emergencia. **Comunicación y Coordinación**:

Riesgo: Roturas en el Sistema de Inyección de Anti incrustante	
	119. Establecer un sistema de comunicación interno y externo para notificar y coordinar en caso de una emergencia. **Inventario de Antiincrustante y Suministros**: 120. Mantener un inventario actualizado de anti incrustante y suministros necesarios para el funcionamiento del sistema.
Forma de control y seguimiento	Registro del programa de mantenimiento preventivo de los sistemas de inyección
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia**: **Activación del Plan**: 121. En caso de una rotura en el sistema de inyección de anti incrustante, activar el plan de emergencia de inmediato. **Evaluación de la Situación**: 122. Evaluar la magnitud de la emergencia y determinar si es necesario detener el proceso químico o tomar otras medidas para evitar daños mayores. **Control de la Emergencia**: 123. Tomar medidas para controlar la situación, como detener el flujo de reactivos, aislar la zona afectada y garantizar la seguridad del personal. **Notificación**: 124. Notificar a las autoridades competentes, como los responsables de seguridad industrial y los organismos reguladores, sobre la situación y solicitar asistencia si es necesario. **Coordinación del Equipo**

Riesgo: Roturas en el Sistema de Inyección de Anti incrustante	
	125. Coordinar las acciones del personal designado para responder a la emergencia y asignar tareas específicas. **Después de la Emergencia**: **Reparación y Restauración**: 126. Realizar las reparaciones necesarias en el sistema de inyección de anti incrustante y restaurar el proceso químico a la normalidad. **Evaluación Post-Emergencia**: 127. Realizar una revisión exhaustiva de la respuesta a la emergencia para identificar áreas de mejora y actualizar el plan de contingencia según sea necesario. **Informe y Comunicación**: 128. Informar a las partes interesadas sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración del proceso químico. **Capacitación Continua:** 129. Continuar capacitando al personal en prácticas seguras y procedimientos de emergencia, así como en el manejo adecuado del sistema de inyección de anti incrustante. **Actualización del Plan:** 130. Actualizar el inventario de anti incrustante y suministros utilizados durante la emergencia.
Forma de control y seguimiento	Generar un informe sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración del proceso químico.

Riesgo: Roturas en el Sistema de Inyección de Anti incrustante	
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias.

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra k, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Tabla: Detención de la Descarga de Efluentes por Parámetros fuera de Norma

Riesgo: Detención de la Descarga de Efluentes por Parámetros Fuera de Norma	
Riesgo o Contingencia	Detención de la descarga de efluentes por parámetros fuera de norma o comprometidos, debido a problemas de operación en la planta desaladora o a problemas en la inyección de reactivos asociados a la descarga
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Sistema de descarga de efluente al mar
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	**Identificación de Riesgos**: 131. Realizar una evaluación de riesgos periódica para identificar posibles causas de parámetros fuera de norma en la descarga de efluentes y áreas propensas a problemas en la planta desaladora o en la inyección de reactivos. **Mantenimiento Preventivo**: 132. Implementar un programa de mantenimiento preventivo para la planta desaladora y los sistemas de inyección de reactivos, incluyendo inspecciones regulares, calibraciones y reemplazo de piezas desgastadas **Capacitación del Personal**:

Riesgo: Detención de la Descarga de Efluentes por Parámetros Fuera de Norma	
	133. Capacitar al personal encargado de la operación de la planta desaladora y de la inyección de reactivos en prácticas seguras y procedimientos de emergencia. **Monitoreo Continuo**: 134. Establecer sistemas de monitoreo continuo de los parámetros de calidad del agua y del funcionamiento de la planta desaladora y de la inyección de reactivos. **Comunicación y Coordinación**: 135. Establecer un sistema de comunicación interno y externo para notificar y coordinar en caso de una emergencia.
Forma de control y seguimiento	Registro del programa de mantenimiento preventivo del emisario
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia** **Activación del Plan**: 136. En caso de que se detecten parámetros fuera de norma comprometidos, activar el plan de emergencia de inmediato. **Evaluación de la Situación:** 137. Evaluar la magnitud de la emergencia y determinar si es necesario detener la descarga de efluentes o tomar otras medidas para evitar daños mayores. **Control de la Emergencia:** 138. Tomar medidas para controlar la situación, como detener la descarga, aislar la zona afectada y garantizar la seguridad del personal. **Notificación**: 139. Notificar a las autoridades competentes, como las agencias de protección ambiental y los organismos

Riesgo: Detención de la Descarga de Efluentes por Parámetros Fuera de Norma	
	reguladores, sobre la situación y solicitar asistencia si es necesario. **Coordinación del Equipo:** 140. Coordinar las acciones del personal designado para responder a la emergencia y asignar tareas específicas. **Después de la Emergencia** **Reparación y Restauración:** 141. Realizar una revisión exhaustiva de la respuesta a la emergencia para identificar áreas de mejora y actualizar el plan de contingencia según sea necesario. **Evaluación Post-Emergencia**: 142. Realizar una revisión exhaustiva de la respuesta a la emergencia para identificar áreas de mejora y actualizar el plan de contingencia según sea necesario. **Informe y Comunicación:** 143. Informar a las partes interesadas sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración de la descarga de efluentes dentro de los parámetros normativos. **Capacitación Continua**: 144. Continuar capacitando al personal en prácticas seguras y procedimientos de emergencia, así como en la operación adecuada de la planta desaladora y la inyección de reactivos. **Actualización del Monitoreo Continuo**: 145. Actualizar los sistemas de monitoreo continuo y ajustar los límites de los parámetros para evitar futuros incumplimientos.

Riesgo: Detención de la Descarga de Efluentes por Parámetros Fuera de Norma	
Forma de control y seguimiento	Generar un informe sobre las acciones tomadas y los resultados de la respuesta a la emergencia, incluyendo la restauración del sistema
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Punto 8.9.1.2 Letra m, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Observación N° 44:

Destrucción del hábitat: Las especies que están en la playa se verán afectadas en su totalidad por el cambio que tendrán en la química del agua.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la TAbla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

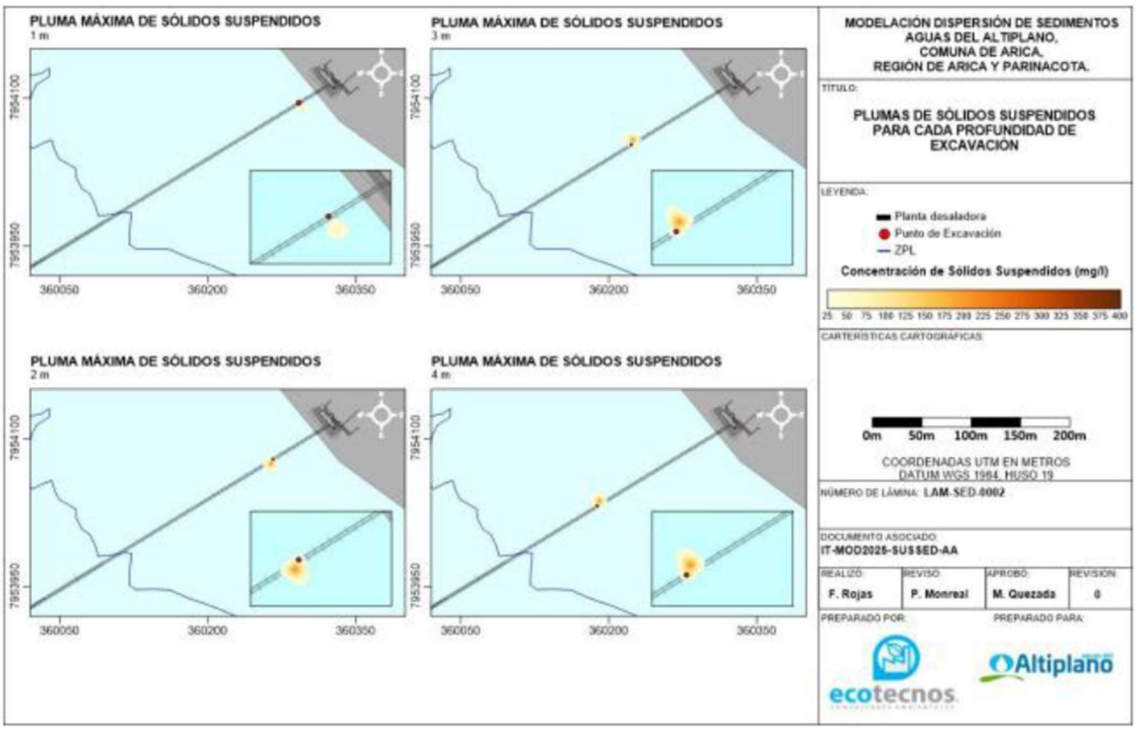
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

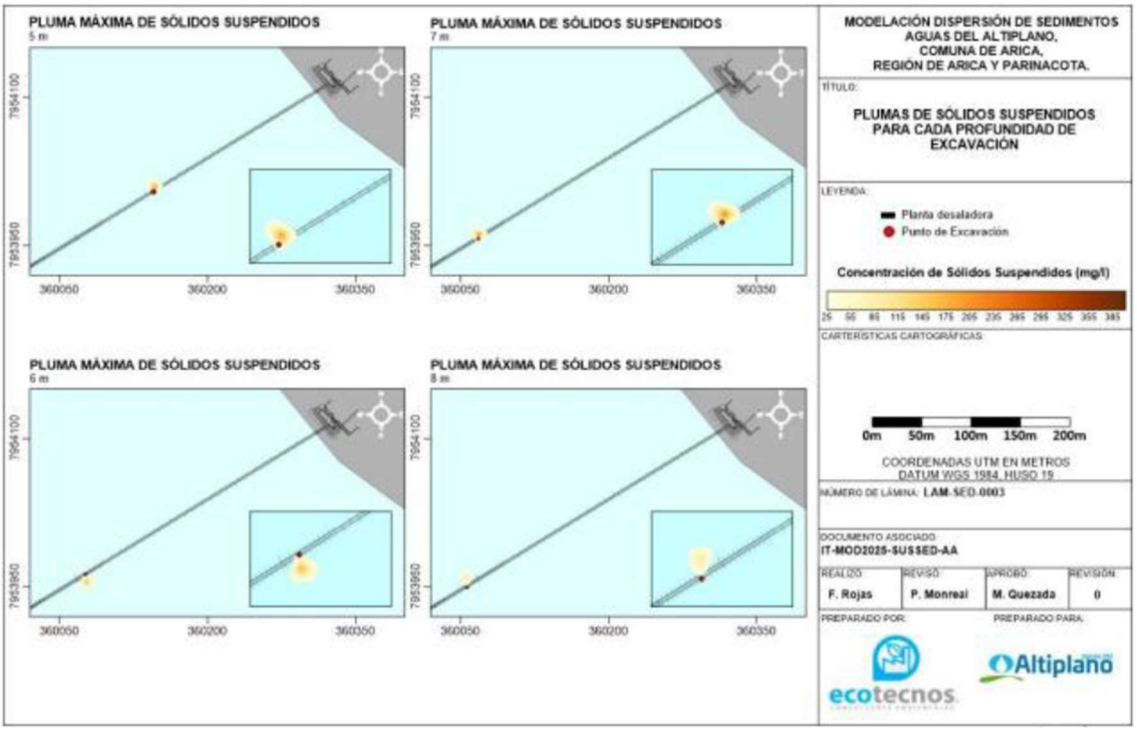
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso*

sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un

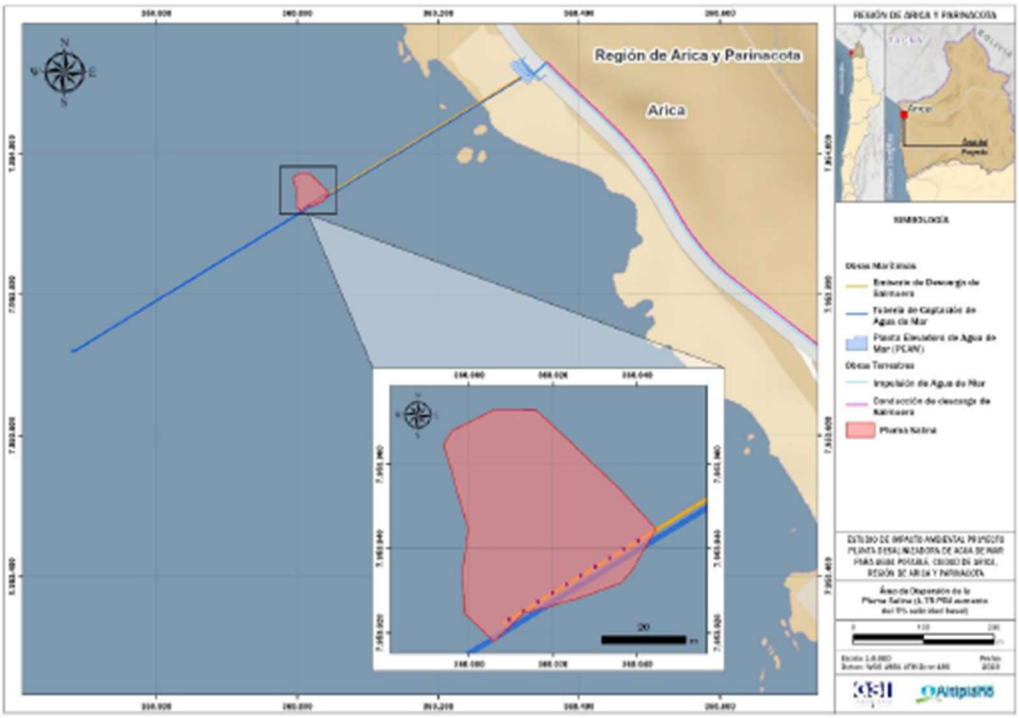
área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua,

ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

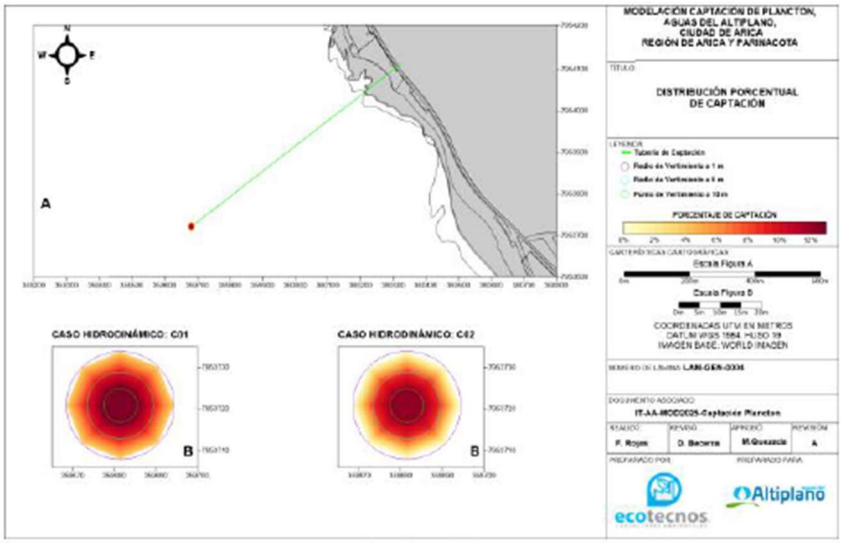
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se

detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

24. Observante: Rafael Arturo Duarte Soto

Observación N° 45:

La salmuera: No a la desaladora porque será una devastación de toda la costa urbana de Arica, porque va a matar los productos del mar, los lobos, las tortugas, etc, a largo plazo será igual que la planta del emisario que ya colapso y tiene todo contaminado el sector de chinchorro y las machas. No tienen estudios de salinidad en la zona.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino

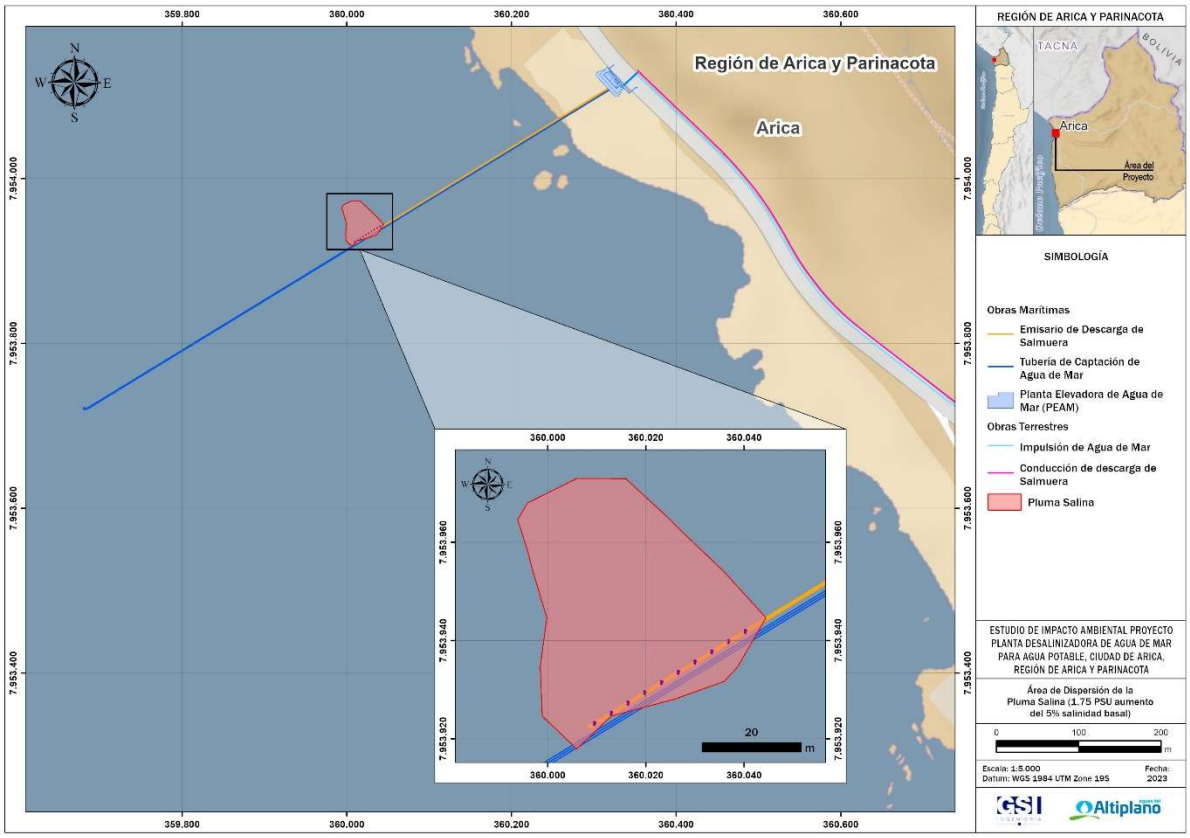


Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Por otra parte, se presentan a continuación los principales resultados respecto a la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada, presentados en el Anexo 6.2 de la Adenda.

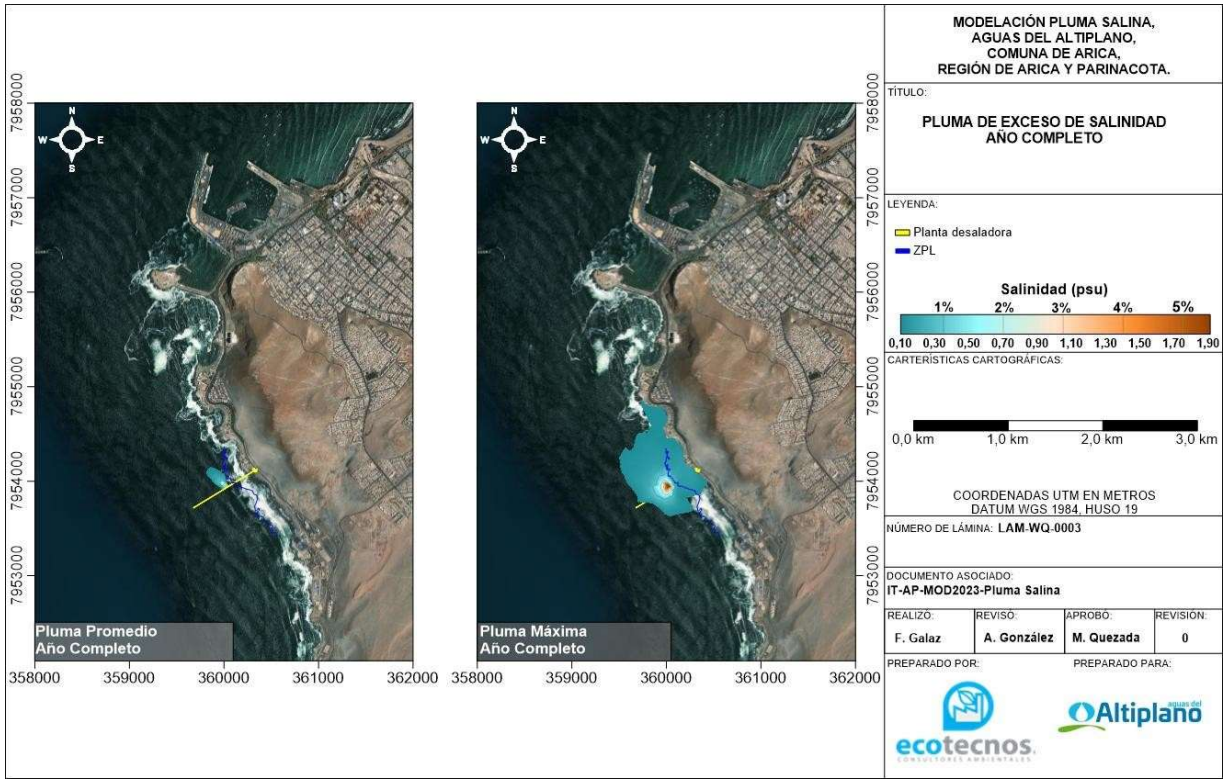
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto a tortugas y lobos marinos, en la Línea de Base se observaron 45 individuos de la especie *Otaria flavescens* en la campaña de verano 2025, mientras que la tortuga verde *(Chelonia mydas)* se observó una vez en la línea de base 2017-2018, sin embargo, no se identifican impactos para estas especies durante la fase de operación del proyecto por aumento de salinidad.

Finalmente, en relación con a estudios de salinidad de la zona, en el Anexo 3.16 de la Adenda se presentan informes de laboratorio respecto a la línea de base de ecosistemas marinos. Particularmente, se presentan informes relacionados a bioensayos, biota, columna de agua y sedimentos. Los resultados concluyen que la salinidad fluctuó entre 33,5 y 33,7 psu, en general la salinidad presentó una estructura vertical con baja variabilidad, es decir valores que aumentaron muy levemente con la profundidad, como se señala en el Capítulo 3.7 del Estudio de Impacto Ambiental. Lo anterior, se complementa en el Anexo 3.14 de la Adenda, señalando que los valores de salinidad a nivel superficial en el sector de monitoreo presentaron un promedio de 34,7577±0,102 psu, con un rango de 34,5301 psu y 34,8913 psu, en todas las estaciones. En general se observaron oscilaciones de salinidad dentro de la columna de agua. En las estaciones de referencia la salinidad superficial registró valores de 34,8616 psu en la estación EC-S (referencia sur), 35,0745 psu en la estación EC-C y 34,994 psu en la estación EC-N (referencia norte).

Por último, respecto de otros proyectos en la zona, lo observado no corresponde a impactos de este proyecto sometido a evaluación ambiental.

25. Observante: Temistocles Santis Montanares

Observación N° 46:

La salinidad en el sector de arenillas negras: ¿Tienen un estudio base del daño de la salmuera al ser vertida directo al mar? Ya que al tener más salinidad y químicos matarían todo los mariscos y peces al ser el sector una ensenada y quedaría todo en el fondo,¿ tendrá un plan a largo plazo si les falla su sistema y contaminan todo, pensaron en las personas que dependen de su trabajo en el sector arenillas negras?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación consulta por un estudio base sobre el daño de la salmuera, por el efecto de la salinidad y los químicos sobre mariscos y peces en un sector de ensenada, por un plan ante fallas y por las personas que trabajan en Arenillas Negras. Se describe primero la descarga y luego cada tema en ese orden.

La planta capta hasta 500 litros por segundo de agua de mar y devuelve hasta 300, de los cuales 244 corresponden a salmuera, es decir, agua de mar con mayor concentración de sal que resulta de la osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y el resto a aguas de lavado de filtros, drenajes y rebalses (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.1-2). Se descarga desde la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), en el sector costero de Arenillas Negras, por un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), que termina en ocho boquillas separadas cuatro metros entre sí (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.107), a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, la franja de mar más cercana a la costa que la normativa resguarda de forma especial (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). La descarga cumplirá los límites de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), que regula las descargas de residuos líquidos al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.4).

La salmuera sale con 63,69 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro, frente a 34,87 a 34,95 psu del agua de mar a esa profundidad (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.96 y 2.107). Por ser más pesada, forma una pluma, es decir, una masa de agua más salada que vuelve a tocar el fondo mezclándose con el agua que la rodea (Adenda Complementaria

Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.107), y se diluye rápidamente cerca de las boquillas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.111). El aumento de salinidad se mantiene en promedio bajo el 1% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.4) y en el 68% de los escenarios evaluados quedó bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). En el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 psu, un 11,39% sobre la salinidad natural, y baja a un 10% a 1,18 metros y a un 5% a 2,13 metros de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los estudios con trazadores, que marcan el agua vertida para seguir su desplazamiento, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Sobre el estudio base, la evaluación contó con una línea de base, es decir, la descripción del medio marino antes del Proyecto, que sirve de referencia para medir cambios futuros. Reúne información de 2017 a 2025, estudios de laboratorio y modelaciones sobre el agua, los sedimentos, el fondo marino, el plancton (organismos, en su mayoría microscópicos, que flotan a la deriva) y la fauna marina (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.43). De acuerdo con los criterios de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) para definir un banco natural, es decir, un sector donde una especie se concentra con densidad y extensión suficientes, solo el choro zapato (Choromytilus chorus) alcanzó esa condición (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244).

Un estudio de toxicidad de la Universidad de Valparaíso, con un pequeño crustáceo y una microalga de la cadena alimentaria marina (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6), determinó que la mitad de los copépodos muere con 40,60 psu después de 48 horas de exposición, valor conocido como concentración letal media (LC50), y que el crecimiento de la mitad de las microalgas se inhibe con 44,80 psu después de 96 horas, valor conocido como concentración de efecto media (EC50) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.7), con inicio de efectos adversos desde 40,54 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Con ello, el expediente concluye que, incluso en condiciones extremas, la salinidad proyectada se mantiene bajo esos niveles (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La Gobernación Marítima de Arica se pronunció conforme sobre el Permiso Ambiental Sectorial N°115, que autoriza esta descarga (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 3).

En cuanto a los químicos, durante la operación la planta los utiliza en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la

protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Las aguas de lavado de las membranas y de los filtros pasan por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78). La salmuera está libre de sustancias tóxicas y de características de acumulación en organismos y sedimentos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5).

Respecto de la ensenada, la modelación reconoce corrientes menores en el sitio de descarga, de entre 0,01 y 0,3 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.58). La modelación simuló doce años de operación, entre 2012 y 2023, con aumentos promedio inferiores al 1% que se mantienen estables a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112); bajo el clima proyectado para 2027-2044, los aumentos sobre el 5% se mantienen en las inmediaciones de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166).

Ante una falla en el emisario, el Plan de Emergencias y Contingencias contempla la detención de la descarga, el aislamiento de la zona afectada y la reparación del emisario antes de restablecer la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.43-8.44). Como medidas de prevención, el mismo plan considera el monitoreo en línea del efluente y muestreos semanales del cumplimiento del D.S. N°90/2000 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.52). Ante una liberación de salmuera, contempla su almacenamiento temporal y el monitoreo de sedimentos y biota comparado con la línea de base (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.53), con aviso a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.53-8.54). A largo plazo, el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es “detectar posibles efectos no

previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1), monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), y sus resultados se informan a la SMA dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica estableció que debe ejecutarse durante toda la operación, mientras exista descarga, conforme al D.S. (M) N°1, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática, y que todo cambio de frecuencia o parámetros requiere fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Para quienes trabajan en Arenillas Negras, pescadores, buzos y recolectores de orilla, durante la fase de operación, que es cuando se descarga la salmuera, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal de acceso al mar, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA.

En suma, existe un estudio base, formado por la línea de base del medio marino y un estudio de toxicidad, que muestra que la salinidad de la descarga, ubicada fuera de la ZPL, se diluye a pocos metros y se mantiene bajo los niveles que afectan a los organismos. Los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias tóxicas. En la ensenada, la simulación de doce años muestra aumentos promedio bajo el 1% y estables en el tiempo. Ante una falla rige un Plan de Emergencias y Contingencias, y el Plan de Vigilancia Ambiental se mantiene durante toda la operación. Para quienes trabajan en Arenillas Negras, el acceso se mantiene libre durante la operación, y la restricción temporal de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje.

26. Observante: Jorge Parra Jelvez

Observación N° 47:

La desalinización: ¿Dónde votaran los residuos? De ser en el mar automáticamente morirá toda vida marina, flora, fauna

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

En cuanto a las obras y partes correspondientes a efluentes marinos, según lo presentado en el PAS 115 (Numeral 1.1 del Anexo 1.3 de la Adenda Extraordinaria) corresponde a un emisario que tendrá 298 m lineales de tramo enterrado, 29 m de tramo lineal semienterrado, y 40 metros de tramo sin enterrar, completando un tramo de 367 metros. Al revisar la información presentada dentro del EIA, en el numeral 1.4.2.7 del Capítulo 1, se indica que la tubería correspondiente al emisario sería HDPE de 500 mm de diámetro y estará instalada paralela a las tuberías de impulsión de agua de mar. La cañería operará parcialmente llena hasta el sector de la PEAM y el punto de ubicación de la descarga se ubica en la cota -10 NRS.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

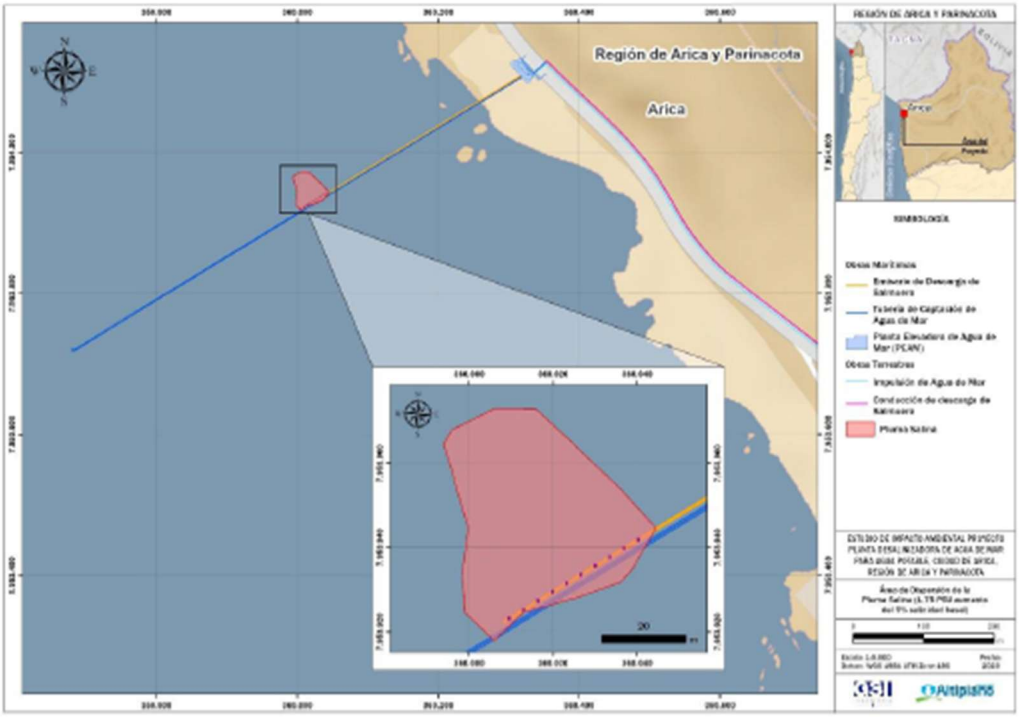
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos

no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

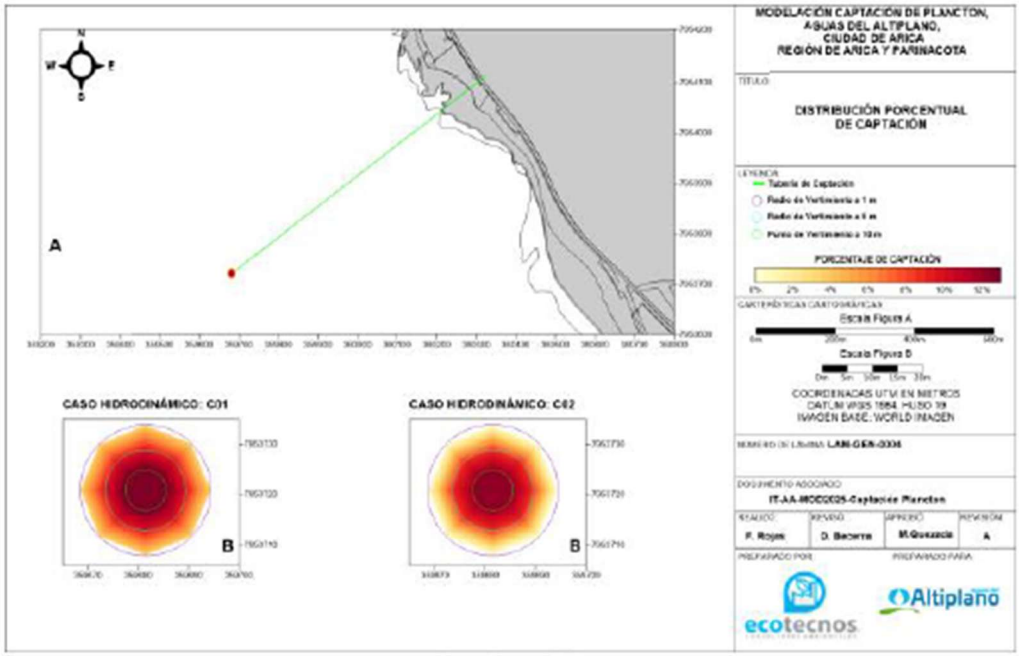
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más

significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Observación N° 48:

¿Como se mejora o cual debería ser la solución? Lo primero que se va a morir es un gran sector, ósea un área donde trabajan muchos buzos mariscadores y quien podría reparar el daño.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea tres temas: primero, cómo se mejora la situación o cuál debería ser la solución; segundo, que lo primero que morirá es un gran sector donde trabajan muchos buzos mariscadores; y tercero, quién podría reparar el daño. Para responder, se presenta cómo el expediente reconoce el trabajo de los buzos mariscadores y qué ocurre con el fondo marino y con su trabajo durante la fase de construcción. Luego se exponen las acciones previstas durante las obras, qué ocurre durante la fase de operación y quién verifica y controla el cumplimiento de estas obligaciones.

El expediente reconoce el trabajo de los buzos mariscadores. El buceo mariscador es una modalidad de pesca artesanal en la que el buzo recibe aire desde un compresor ubicado en una embarcación, lo que le permite extraer recursos que habitan en los roqueríos, como el piure, el erizo, el chorito y el congrio, generalmente entre los 12 y 15 metros de profundidad (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69). La evaluación considera siete organizaciones de pesca artesanal en Arenillas Negras. Entre ellas están el Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos Mariscadores a Pulmón y Auxiliares de Buzo y el Sindicato de Trabajadores Independientes Buzos Mariscadores y Pescadores Artesanales de la Comuna de Arica (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220).

Durante la fase de construcción, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia

y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en ese sector la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En el fondo submarino, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se encuentra a aproximadamente 44 metros del límite externo de la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta al excavar el fondo, que queda confinada al entorno inmediato del punto de excavación (Adenda Complementaria, p.152), y será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental que se describe más adelante (Adenda Complementaria, p.805).

Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

En cuanto a la solución, durante las obras el expediente contempla acciones para la fauna marina y para el trabajo de los buzos. En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12). Antes de cada detonación se efectúan tiros falsos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10). Para el trabajo de los buzos, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca para la organización o sus socios (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp. 7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). Concluidas las obras, el acceso al sector queda libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante la construcción (Adenda Complementaria, p.314).

Respecto de quién verifica y controla, el Titular está obligado a ejecutar el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que debe realizar durante la operación. Su objetivo es "garantizar el cumplimiento de las normas ambientales y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces. También monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, los organismos del mar que se aprovechan, como peces y mariscos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o sus parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Los informes con los resultados se entregan a la SMA, a través del sistema de seguimiento ambiental, dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña semestral (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43).

Según lo revisado, la evaluación reconoce el trabajo de los buzos mariscadores en Arenillas Negras. En la construcción, las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante, con recolonización esperada de algas e invertebrados en 1 a 5 años, y el banco natural de choro zapato, ubicado a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos, será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. El trabajo de los buzos continúa con una restricción temporal y parcial, correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, durante la cual el recurso se mantiene y la actividad extractiva

puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Como solución, en las tronaduras submarinas se aplican la cortina de burbujas y los tiros falsos, y en esa etapa rigen el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje que establece esta Dirección Regional. En la operación, la PEAM queda soterrada, la captación y la descarga se ubican fuera de la ZPL y el acceso al sector queda libre. Respecto de quién verifica y controla, el Titular ejecuta el Plan de Vigilancia Ambiental durante toda la operación, según lo exige la Gobernación Marítima de Arica, para detectar de manera temprana posibles efectos imprevistos y corregirlos, y entrega sus resultados a la SMA.

27. Observante: Andres Sebastian Morales Iturrieta

Observación N° 21:

¿Tienen un plan a largo plazo si les falla su planta desaladora como colapso el emisario tiene todo contaminado el sector norte de Arica??

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El expediente actualizado contiene un Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo Obs. 8 Plan de Contingencia y Emergencia, Adenda Excepcional, pp. 8.29-8.53) para fallas de equipos, paralización de la captación y el pretratamiento, rotura de ductos y válvulas, taponamiento de membranas, fallas en la dosificación de reactivos, fallas del emisario, parámetros de descarga fuera de norma y derrames de residuos industriales líquidos o salmuera. Sin embargo, la respuesta debe distinguir entre una falla interna de la planta y una falla del emisario. Una falla mecánica puede reducir o detener la producción sin producir necesariamente una descarga al mar. En cambio, una pérdida de integridad del emisario es una contingencia ambiental específica que exige suspender la descarga, controlar la liberación, reparar la infraestructura y comprobar el estado del medio receptor antes de restablecer la operación.

El Plan exige determinar la magnitud del evento mediante inspección y monitoreo de la zona afectada, comparando agua o efluente, sedimentos y biota con la línea de base y con el Plan de Vigilancia Ambiental. (véase Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8, contingencias por falla del emisario y derrame de RILES, pp. 8.43-8.53.)

Fallas de la planta y continuidad operacional

Según se describe en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto, pp. 1.53 y 1.69-1.73 del EIA, la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa o PTOI tiene un diseño modular. Dispone de cuatro racks independientes, cada uno capaz de producir aproximadamente 50 l/s de agua desalada, para una producción total máxima de 200 l/s. Las bombas de alta presión están asociadas individualmente a cada rack. Esta configuración permite operar con uno o más módulos y reducir la producción si una unidad queda fuera de servicio, en vez de perder necesariamente toda la capacidad de la planta.

Esta modularidad no equivale a una redundancia total. El propio EIA describe las bombas de alta presión en modalidad 4+0, es decir, cuatro equipos en operación y ninguno como reserva exclusiva. El Plan actualizado señala que, ante una falla, se utilizarán equipos de respaldo cuando existan; si no existe respaldo, se mantendrá la condición mínima necesaria para proteger las membranas, se ajustará la operación a una condición reducida y se contratará la reparación del equipo. Por ello, una falla prolongada puede disminuir la producción de agua desalada y una falla general puede detenerla temporalmente. La siguiente tabla resumen distintos escenarios operacionales y su respuesta prevista:

Tabla. Escenarios operacionales y respuesta prevista

Escenario	Acción inmediata	Recuperación y seguimiento
Falla mecánica	Usar respaldo disponible, reducir la operación y proteger las membranas	Reparar el equipo, registrar la intervención y notificar a la autoridad cuando corresponda
Paralización de captación o pretratamiento	Activar el equipo de emergencia, evaluar la causa y restablecer bombeo y tratamiento	Rehabilitar sistemas, revisar la calidad del agua de captación y actualizar el plan
Rotura de ducto o válvula	Cerrar válvulas de emergencia y detener bombas	Reparar ductos, verificar presiones, informar daños y medidas adoptadas
Taponamiento de membranas	Detener o aislar el sistema afectado	Limpiar o reemplazar membranas y verificar la condición antes del reinicio
Parámetros fuera de norma	Activar el plan y detener la descarga si es necesario	Corregir la causa y restablecer la descarga solo dentro de los parámetros aplicables
Falla del emisario o liberación de salmuera	Suspender la descarga, aislar la zona y controlar la liberación	Reparar, monitorear el medio marino, revisar la seguridad y autorizar el reinicio

Fuente: Resumen elaborado en base al Anexo Obs. 8 Plan de Contingencia y Emergencia, Adenda Excepcional.

Prevención de fallas del emisario

El emisario submarino no se limita a una tubería apoyada libremente sobre el fondo. El diseño del EIA considera una conducción de HDPE de 500 mm, con un tramo marino de aproximadamente 367 m: 298 m enterrados, 29 m semienterrados o apoyados y 40 m correspondientes a la zona de difusores, con ocho portas de descarga. En la fabricación e instalación se contemplan soldaduras y ensamblajes, pruebas no destructivas para verificar las uniones, recubrimientos protectores y pruebas hidrostáticas de resistencia y estanqueidad. En playa y rompiente, las tuberías se proyectan enterradas a más de 2 m y aseguradas mediante lastres de hormigón. (para más detalle véase EIA, Capítulo 1, pp. 1.59, 1.79-1.80 y 1.107-1.108.)

Durante la operación se consideran mantenimiento preventivo, inspecciones, pruebas y reparaciones del sistema de impulsión y del emisario. El Plan de Vigilancia Ambiental agrega una inspección submarina anual de las tuberías de captación y descarga. Esta inspección debe verificar el funcionamiento de los difusores y sus portas, la hermeticidad de tuberías y uniones, y el estado de lastres, pernos y demás

elementos de la infraestructura, dejando registro audiovisual de los hallazgos. Además, el EIA contempla un informe anual sobre el estado de la infraestructura de descarga, las mantenciones ejecutadas y las acciones propuestas para el año siguiente, según detalla la Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, sección de inspección submarina; EIA, Capítulo 1, p. 1.195.)

La prevención también incluye monitoreo del efluente antes de su descarga. El Plan actualizado contempla mediciones periódicas de RILES y monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo, junto con mantenimiento de válvulas, medidores de caudal e instrumentos de control. El EIA incorpora además registros de caudal y volumen enlazados al sistema SCADA y respaldados en el servidor de control. Estos registros permiten detectar desviaciones de calidad u operación y activar la detención antes de mantener una descarga fuera de condición. (véase Adenda Excepcional, Anexo Obs. 8, pp. 8.51-8.53; EIA, Capítulo 1, pp. 1.194-1.195.)

Protocolo ante una rotura o colapso

Si se detecta una falla del emisario o una liberación de salmuera, la secuencia prevista por el Plan actualizado comprende las siguientes acciones:

1. Activar inmediatamente el Plan de Emergencia y evaluar la ubicación, magnitud y causa probable de la falla.
2. Detener temporalmente la PTOI o la descarga al emisario, cerrar o aislar el sistema afectado y resguardar al personal.
3. Contener la salmuera cuando sea materialmente posible. El Plan contempla almacenamiento temporal en estanques de acumulación y, si corresponde, traslado a un sitio autorizado para tratamiento.
4. Reparar la tubería, el sistema de impulsión y los componentes dañados, y verificar la integridad y las condiciones de seguridad antes del reinicio.
5. Monitorear la zona afectada, incluyendo el efluente o agua, los sedimentos y la biota marina, y comparar los resultados con la línea de base, el PVA y referencias de calidad aplicables.
6. Limpiar el sector afectado una vez controlada la emergencia y gestionar adecuadamente los residuos generados por la respuesta.
7. Notificar a la SMA, SERNAPESCA y demás autoridades competentes. Para una alerta nivel 3, el Jefe de Emergencia debe remitir el informe antes de 72 horas desde el evento.
8. Dar por terminada la emergencia y recuperar el nivel operacional solo después de revisar las condiciones de seguridad y completar las acciones exigidas por los organismos competentes que hayan intervenido.

Estas acciones provienen del Plan de Contingencias y Emergencias de la Adenda Excepcional, particularmente de las fichas sobre fallas del emisario, parámetros fuera de norma y derrame de RILES, pp. 8.43-8.53. El almacenamiento indicado es temporal; no supone que la planta pueda continuar produciendo salmuera indefinidamente con el emisario fuera de servicio. Si la falla impide descargar en condiciones autorizadas, la producción debe reducirse o detenerse hasta recuperar la infraestructura.

Descarga normal y descarga durante una emergencia

La modelación de la pluma salina describe el funcionamiento normal del emisario y sus difusores. La modelación sirve como referencia para comparar la operación regular; la respuesta a la emergencia depende del cese de la descarga y del monitoreo posterior en el lugar real del evento.

Si bien, la salinidad elevada puede afectar organismos marinos si alcanza concentraciones suficientes y durante un tiempo de exposición relevante, los bioensayos incorporados en la Adenda Excepcional informan una LC50 de 40,60 psu a 48 horas para el copépodo *Tisbe longicornis* y una EC50 de 44,80 psu a 96 horas para la microalga *Isochrysis galbana*; el estudio identifica efectos adversos relevantes desde aproximadamente 40,54 psu. (Adenda Excepcional, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, sección Evaluación de toxicidad), para la operación normal, la modelación señala una salinidad basal cercana a 34,9 psu y un aumento máximo extremo de 3,98 psu en el campo cercano, con el exceso de 5 % reducido aproximadamente a 2,13 m del difusor. Esos valores modelados se mantienen por debajo de las concentraciones LC50 y EC50 informadas, aunque ello no significa ausencia absoluta de respuesta biológica ni reemplaza el seguimiento ambiental. (véase Adenda Excepcional, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, integración de la evaluación de toxicidad y el modelo de descarga.)

El efluente tampoco debe describirse solamente como agua de mar con más sal. A caudal máximo, la descarga total puede alcanzar 300 l/s e incluye la salmuera del proceso y aportes puntuales de drenajes, retrolavados y reboses. Los efluentes de limpieza química CIP son neutralizados antes de incorporarse al estanque de salmuera. La descarga debe cumplir la Tabla 5 del D.S. N° 90/2000, que regula la calidad del efluente fuera de la Zona de Protección Litoral. El cumplimiento se verifica sobre la descarga mediante autocontrol y monitoreo según se detalla en el EIA, Capítulo 1, pp. 1.77 y 1.191-1.195; Adenda Excepcional, Anexo Obs. 1.3 PAS 115.

Seguimiento ambiental de largo plazo

El Plan de Vigilancia Ambiental actualizado (Adenda Excepcional, Anexo Obs. 5.4) permite verificar si la operación real se mantiene dentro de lo modelado y aporta una línea de comparación en caso de contingencia. Incluye estaciones de descarga y control, parámetros del agua, sedimentos, comunidades bentónicas, plancton, peces y fauna marina, además de la inspección del emisario. Las frecuencias se reducen solo después de un período inicial más intensivo y pueden ajustarse si se detectan anomalías. La siguiente tabla resume los seguimientos relevantes ante descargas o fallas:

Tabla. Seguimiento relevante para detectar efectos de la descarga o una falla

Componente	Cobertura y parámetros principales	Frecuencia informada
Pluma salina	22 estaciones; temperatura, salinidad y oxígeno disuelto	Trimestral durante 2 años y semestral durante los 3 años siguientes
Columna de agua	19 estaciones; salinidad, pH, oxígeno, turbidez, sólidos, nutrientes e hidrocarburos, entre otros	Trimestral durante 2 años y semestral durante los 3 años siguientes
Sedimentos submareales	19 estaciones; granulometría, materia orgánica, nutrientes, hidrocarburos y metales	Semestral durante 5 años

Componente	Cobertura y parámetros principales	Frecuencia informada
Comunidades marinas	Bentónicas, bancos naturales, fitoplancton, zooplancton, peces y fauna marina	Según el programa específico del PVA, con comparación respecto de la línea de base
Tuberías submarinas	Hermeticidad, uniones, lastres, difusores, portas y estado general mediante inspección y filmación	Anual
Monitoreo participativo	Acompañamiento de organizaciones de pesca y revisión independiente de resultados	Mesa de trabajo durante la vida útil y actividades anuales

Fuente: Resumen elaborado a partir de Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, cuadro resumen y sección de inspección submarina, y de Anexo Obs. 5.3 Plan de Seguimiento Ambiental, Programa de Monitoreo Participativo, ambos de la Adenda Excepcional.

El Programa de Monitoreo Participativo incorpora a organizaciones de pesca que desarrollan actividades en Playa Arenillas Negras. Considera una mesa de trabajo durante la vida útil del Proyecto, acompañamiento anual en muestreos, revisión de resultados por una tercera parte y una plataforma para reportar observaciones, fotografías y videos. Este mecanismo no reemplaza la fiscalización ni la respuesta de emergencia, pero permite que pescadores y usuarios del borde costero participen en la detección temprana y conozcan los resultados del seguimiento.

Conclusión

El Proyecto cuenta con medidas preventivas y un protocolo específico para una falla de planta o del emisario. Ante una rotura que pueda liberar salmuera o efluente fuera del punto autorizado, la medida central es suspender la producción o la descarga, aislar y controlar la liberación, reparar la infraestructura, monitorear el agua, los sedimentos y la biota, informar a las autoridades y reiniciar solo después de verificar la seguridad y la recuperación operacional.

Con los antecedentes disponibles, la modelación normal muestra una pluma acotada alrededor de los difusores. El alcance de una contingencia debe establecerse con mediciones en terreno y mantenerse bajo seguimiento hasta comprobar que no persisten efectos fuera de la zona afectada.

En materia de continuidad del agua desalada, el diseño modular permite mantener una producción parcial cuando la falla se limita a uno o más módulos.

Observación N° 22:

¿Tienen un catastro o censo de las personas afectadas por la salinidad o salmuera que botaran directamente al mar?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación pregunta si existe un catastro o censo de las personas que se verían afectadas por la salinidad de la salmuera que el Proyecto descarga al mar. Para responder, se presenta primero quiénes son las personas que el expediente identifica en el mar y en la playa de Arenillas Negras, tanto quienes trabajan en la pesca y la recolección de mariscos como las familias que acampan en el sector, y, luego, qué ocurre durante la operación con la salinidad y con sus actividades, qué contiene la descarga y cómo se verifican estas condiciones en el tiempo.

Respecto de quienes trabajan en el mar, la Línea de Base de Medio Humano, es decir, la descripción de la población y de sus usos del territorio en su condición previa al Proyecto, identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y registró el número de sus integrantes: cuatro sindicatos independientes de buzos a pulmón, que en conjunto reúnen 120 integrantes; un sindicato de pescadores y mariscadores, con 60; un sindicato de pescadores, con 60; y un sindicato de mujeres pescadoras, con 25 integrantes (Adenda 1, Cuadro N°3.4, p.156). De acuerdo con las entrevistas a sus dirigentes, la mayoría son hombres mayores de 60 años, muchos con más de 30 años de experiencia, cuya principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos marinos como pescado, mariscos, algas y otros recursos bentónicos, que se comercializan en caletas, mercados locales y ferias (Adenda 1, p.157). El expediente distingue cuatro modalidades: recolectores de orilla, buzos apnea, buzos mariscadores y pescadores artesanales (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.68). Los recolectores de orilla, también llamados orilleros, extraen los recursos a pie en la zona intermareal, es decir, la franja de costa que la marea cubre y descubre, o buceando a pulmón hasta unos 5 o 6 metros de profundidad, con ganchos para desprender los mariscos de las rocas y chinguillos, es decir, bolsas de malla, para depositarlos, por lo que su actividad depende del acceso a la costa por tierra; los buzos mariscadores, en cambio, reciben aire de un compresor instalado en una embarcación y trabajan entre 12 y 15 metros de profundidad (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69). Arenillas Negras es un sector de extracción de fácil acceso terrestre para los recolectores de orilla, donde se captura lenguado, sargo y corvina y se extraen mariscos como el piure, el locate y la jaiba (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.70). Los relatos de los dirigentes dan cuenta de este trabajo: un dirigente de recolectores de orilla, con 40 años de experiencia en el sector, señala que “cuando hay venta de almeja se trabaja en Arenillas Negras; se sigue el lenguado y también se trabaja con pulpo” (Adenda 1, Cuadro N°3.13, pp.183-184). Esta actividad consta también en los registros oficiales de desembarque: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, 2,432 toneladas (Adenda

Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). La preocupación que plantea la observación está recogida en el expediente: el dirigente de un sindicato de pescadores artesanales señaló que, con la descarga, "va a haber una mayor concentración de sal en el agua" (Adenda 1, Cuadro N°3.9, p.181), y en las reuniones sostenidas con las organizaciones de pesca, estas plantearon como preocupaciones principales las dificultades de acceso al medio costero y la contaminación que podría generar la descarga de salmuera (Adenda Complementaria, p.424).

En cuanto a la playa, el camping de Arenillas Negras corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150). Entre estas familias hay mariscadores: se menciona que varios miembros de la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras son también pescadores, particularmente orilleros, integrantes de organizaciones de pesca (Adenda Complementaria, pp.159-160). Una de sus dirigentes describe los recursos del sector: "Unos metros más adentro están las almejas, un poquito más allá están los… los piures, los erizos" (Adenda Complementaria, p.162), y otro dirigente señala que extrae su alimento de este sector y que lo destina también a la venta, incluso dentro del mismo camping (Adenda Complementaria, pp.160 y 163); las familias destinan además estos productos al autoconsumo durante su estadía (Adenda Complementaria, p.163). Las familias de los dos dirigentes entrevistados aportan por sí solas entre 50 y 60 personas al camping, de varias generaciones, con edades que van desde los 6 hasta los 80 años (Adenda Complementaria, pp.160-161). En el sector se practica también surf y bodyboard, y en verano funcionan escuelas de surf donde los niños practican este deporte (Adenda Complementaria, p.161).

En cuanto a la salinidad, durante la operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la salmuera, es decir, el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, vuelve al mar por un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga, cuyo exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre la salinidad natural, equivalente a un 11,39%, que baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los ensayos de

dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). Respecto de la salud de las personas, para la fase de operación el expediente concluye que "se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en fase de operación" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso y su hábitat se mantienen, de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras durante la operación, al igual que el camping y la práctica de surf y bodyboard.

En cuanto a lo que se descarga al mar, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

El seguimiento de estas condiciones se realiza mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el conjunto de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, los sectores donde una especie marina se concentra con densidad y extensión suficientes (Adenda Complementaria Extraordinaria,

Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por este plan (Adenda Complementaria, p.805). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Respondiendo a la consulta, el expediente identifica a quienes trabajan en el mar de Arenillas Negras mediante siete organizaciones de pesca artesanal y el número de sus integrantes, distingue a recolectores de orilla, buzos apnea, buzos mariscadores y pescadores, recoge sus relatos y cuantifica su actividad con los registros oficiales de desembarque. Reconoce, además, a las familias que acampan en la playa, entre las que hay orilleros que extraen mariscos para la venta y el autoconsumo, y a quienes practican surf y bodyboard. Para todas estas personas, la descarga se ubica fuera de la ZPL, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso máximo es inferior al umbral de efectos adversos y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga. Durante la operación, el acceso se mantiene libre y el Plan de Vigilancia Ambiental, exigible mientras se mantenga activa la descarga, verifica estas condiciones, con informes a la SMA.

Observación N° 23:

¿Tienen un estudio del daño colateral que dejara las tronaduras tanto en el mar como en la tierra?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En la fase de construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto "Efecto adverso sobre los mamíferos marinos", como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing, Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts"*, elaborado por la NMFS *(National Marine Fisheries Service*, del NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*, en revisión en el documento técnico *"Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects"* de acuerdo a lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria, que presenta una actualización del estudio de ruido submarino.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017)"*.

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de centímetros en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos en caso de tronaduras es de 73 metros.

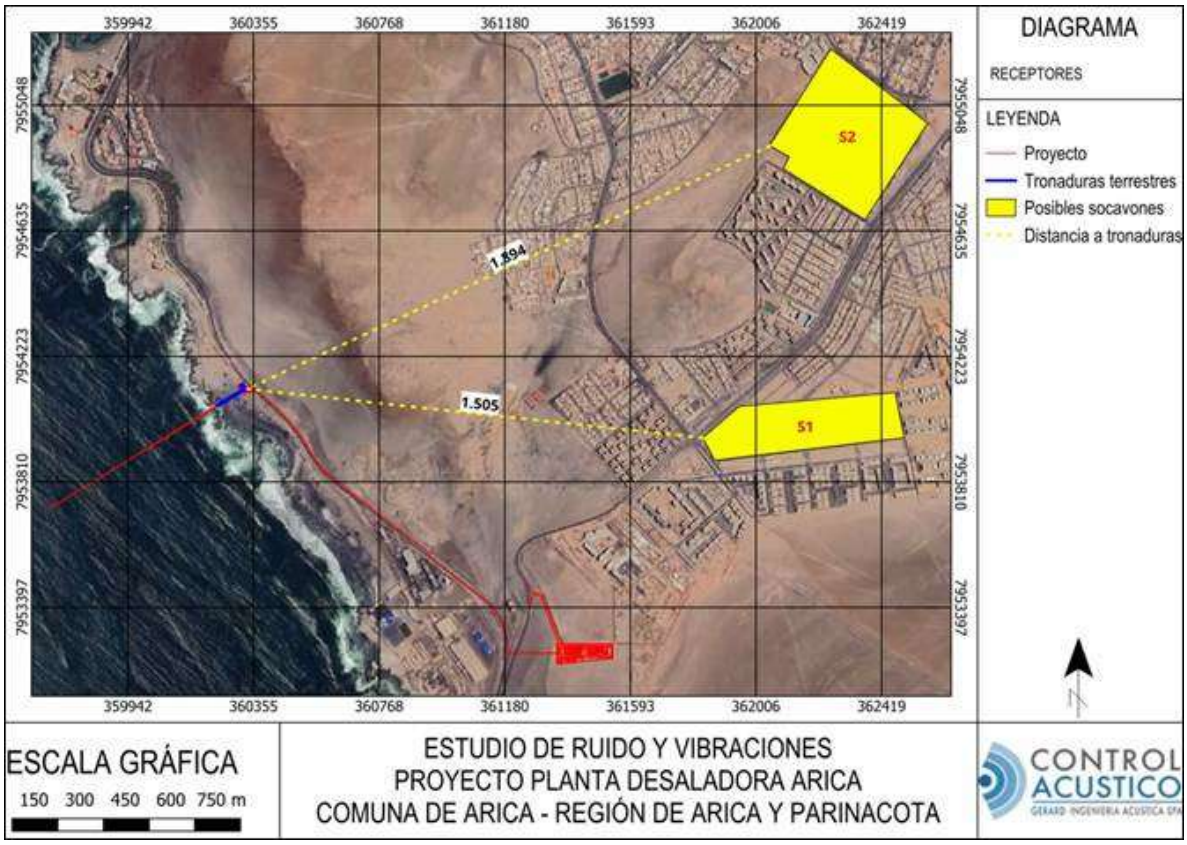
Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales, siendo de 1.051 metros para tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos de 3.094 metros para actividades de tronaduras.

Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios presentados en el Anexo 7 de la Adenda Excepcional. Este considera las medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos.

Por otra parte, se evaluó la interacción potencial de las vibraciones generadas durante la construcción con la estabilidad del terreno, considerando la existencia de sectores de la ciudad de Arica donde se han registrado fenómenos de subsidencia o socavones.

Figura. Distancia de socavones a tronaduras terrestres



Fuente: Figura 2.19, Anexo 2, Adenda Excepcional.

Para las vibraciones generadas por maquinaria pesada, los valores proyectados en los sectores evaluados alcanzan PPV inferiores a 0,01 in/s, encontrándose por debajo del valor de referencia de 0,12 in/s establecido para estructuras de alta sensibilidad. Los niveles proyectados son insuficientes para inducir procesos de compactación, licuefacción o desplazamientos diferenciales del terreno que pudieran generar o agravar fenómenos de subsidencia. En consecuencia, las vibraciones asociadas a la maquinaria y tronaduras del Proyecto no presentan magnitudes capaces de modificar la estabilidad del terreno ni de contribuir a la generación o agravamiento de socavones.

Respecto a ruido, en el cuadro 2.9 del Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se observa que el nivel de presión a generar no supera el límite de 115 [dB(L)] en 3 de los 4 puntos de medición de ruido, superándose sólo en el punto 1. El límite establecido es el mencionado por la normativa australiana AS 2187.2:2006, para condiciones de cargas altamente confinadas. No obstante, el receptor 1, el Hotel Saint Gregory fue demolido, por lo que no se implementan medidas de control.

Tabla. Resultados de la Modelación Sin Medidas (Humanos), tronaduras

Punto	Distancia tronadura en [m]	Carga [Kg]	NPSpeak Proyectado [dB(L)]	Máximo según de referencia [dB(L)]	Evaluación
1	93	20,1	129,5	115	No Cumple
2	1.195	20,1	97,3	115	Cumple
3	1.438	20,1	95,0	115	Cumple
R	1.484	20,1	94,6	115	Cumple

Fuente: Cuadro 2.9, Anexo 2, Adenda Excepcional.

Respecto a las emisiones atmosféricas de material particulado, estas se generan, entre otros, debido a las tronaduras y actividades constructivas. Para MP2,5, el mayor aporte modelado en la Estación Arica corresponde a 0,005 µg/m³ para el promedio del período y 0,020 µg/m³ para el P98 diario. En los puntos de interés, el máximo P98 diario modelado alcanza 2,60 µg/m³, no considerándose alteraciones negativas significativas.

Tabla.Aporte de MP2,5 del Proyecto en relación con la condición de línea de base

Fase / etapa	AP promedio período (µg/m³)	AP + LB (µg/m³)	AP P98 diario (µg/m³)	AP + LB P98 diario (µg/m³)
Construcción – Captación	0,003	11,493	0,010	19,660
Construcción – PEAM–Impulsión–Descarga	0,002	11,492	0,006	19,656
Construcción – Camino de Acceso	0,002	11,492	0,007	19,657
Construcción – PTOI	0,005	11,495	0,020	19,670
Operación	<0,001	11,490	0,001	19,651

Nota: LB = 11,49 µg/m³ para promedio del período y 19,65 µg/m³ para percentil 98 diario.

Fuente: Cuadro 2.36, Anexo 2, Adenda Extraordinaria

En términos relativos, incluso el mayor incremento modelado en la estación utilizada como referencia de línea de base, correspondiente a la construcción de la PTOI, representa una variación reducida respecto de la concentración preexistente. Para el promedio del período, el aporte de 0,005 µg/m³ se incorpora a una concentración basal de 11,49 µg/m³, mientras que para el percentil 98 diario el aporte de 0,020 µg/m³ se adiciona a una concentración basal de 19,65 µg/m³.

La evaluación en los puntos de interés más próximos a las obras muestra igualmente que los mayores aportes de MP2,5 se presentan en sectores cercanos a los respectivos frentes constructivos.

Tabla. Máximo aporte de MP2,5 Percentil 98 diario en puntos de interés

Fase / etapa	Punto de interés de mayor aporte	Aporte MP2,5 P98 diario (µg/m³)
Construcción – Captación	R1	2,09
Construcción – PEAM	R5	2,60
Construcción – Camino de Acceso	R8	0,39
Construcción – PTOI	R2	0,41
Operación	R8	0,06

Fuente: Cuadro 2.37, Anexo 2, Adenda Extraordinaria

La mayor concentración de MP2,5 en puntos de interés corresponde a la etapa PEAM, con 2,60 µg/m³ para el percentil 98 diario en R5.

En conclusión, se realiza un análisis respecto a los impactos de las tronaduras en superficie marina y terrestre.

Observación N° 24:

¿Cuánta energía ocuparan en este proyecto?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la energía y el cambio climático, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En respuesta a la consulta sobre la cantidad de energía que utilizará el Proyecto, se informa que:

La demanda eléctrica estimada es del orden de 1.000 kVA, tanto durante la fase de construcción como durante la fase de operación. Cabe precisar que este valor corresponde a la potencia aparente estimada requerida por las instalaciones y no debe confundirse con el consumo acumulado de energía, el cual dependerá del tiempo de funcionamiento de los equipos, del nivel de producción y del régimen efectivo de operación de la planta (véase sección 1.5.7.2 Energía eléctrica, Capitulo 1 “Descripción del Proyecto” del EIA).

1. **Durante la fase de construcción**: la energía eléctrica será utilizada principalmente para el funcionamiento de maquinaria, equipos y herramientas requeridos para la ejecución de las obras. Se contempla una demanda aproximada de 1.000 kVA en condiciones normales y una capacidad de respaldo de 250 kVA para situaciones de emergencia. El suministro se realizará preferentemente mediante conexiones provisorias a empalmes existentes y, cuando ello no

resulte posible o para actividades puntuales, se utilizarán equipos complementarios, tales como motosoldadoras para trabajos en acero y grupos electrógenos para labores como la termofusión de tuberías.

2. **Durante la fase de operación:** se estima igualmente una demanda eléctrica del orden de 1.000 kVA. El suministro provendrá de empalmes a la red eléctrica existente, integrada al Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con las condiciones y certificados de factibilidad eléctrica presentados para el Proyecto. No se contempla una fuente propia permanente de generación eléctrica para abastecer la operación normal de la planta.

La demanda eléctrica durante la operación se encuentra asociada principalmente al funcionamiento de los sistemas de captación e impulsión de agua de mar, pretratamiento, bombas de alta presión requeridas para el proceso de ósmosis inversa, postratamiento, automatización, control y demás servicios auxiliares de la planta. Por lo tanto, el consumo efectivo podrá variar en función de la cantidad de agua producida, las condiciones de operación y las tecnologías y equipos utilizados.

Asimismo, la evaluación ambiental consideró las emisiones asociadas al consumo energético durante las fases de construcción y operación, incluyendo su relación con el cambio climático. De acuerdo con los antecedentes presentados, estas emisiones se mantienen dentro de los escenarios evaluados y son comparativamente acotadas respecto de proyectos similares. Sin perjuicio de ello, durante la operación deberán mantenerse las condiciones de eficiencia de los equipos y cumplirse las exigencias aplicables a la conexión y suministro eléctrico.

En consecuencia, el Proyecto contempla una demanda eléctrica estimada de 1.000 kVA, tanto en construcción como en operación, además de una capacidad de respaldo de 250 kVA para emergencias durante la construcción. El abastecimiento se realizará principalmente desde la red eléctrica existente, mientras que el consumo energético efectivo dependerá del régimen de funcionamiento y del nivel de producción de la planta.

28. Observante: Sindicato de Trabajadores Independientes Buzos y Mariscadores y Pescadores Artesanales de la comuna de Arica

Observación N° 49:

Afectación a trabajadores: ¿De qué forma afectara la desaladora el trabajo y hasta qué punto?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la forma en que la planta desalinizadora incidirá en el trabajo de quienes pescan, bucean y recolectan en Arenillas Negras, y por el grado de esa incidencia. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó este trabajo, cómo se manifiesta la incidencia durante la fase de construcción, hasta qué punto alcanza al trabajo, el compromiso y la condición asociados a esa etapa y lo que ocurre durante la fase de operación.

El trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla fue evaluado de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

La incidencia en el trabajo se concentra en la fase de construcción, porque en esa etapa se ejecutan las obras en la playa y en el mar, que requieren controles de acceso temporales por seguridad. En la playa, la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria y los materiales de la obra, se reduce de aproximadamente 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28), y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, son nueve terrestres, entre abril y septiembre del primer año, separadas por al menos dos semanas y priorizando los lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y cinco submarinas, entre junio

y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar y durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Las tronaduras terrestres y submarinas se ejecutan en días distintos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.64) y cada una se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal y parcial fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314).

En cuanto al grado de esta incidencia, conforme al análisis de esta Dirección Regional, se trata de una restricción temporal de acceso, en la que el recurso y el hábitat que lo sostiene se mantienen. Fuera de la superficie que coincide con el buffer, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur de la instalación de faenas y las embarcaciones pueden rodear el buffer; el acceso recupera su condición original en cuanto se levanta cada control, y durante la restricción la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la PEAM queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también

fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, concluidas las obras, el trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla se restablece de inmediato en el sector, porque el recurso se mantiene.

Sobre la base de lo expuesto, la incidencia del Proyecto en el trabajo se concentra en la construcción y es temporal y parcial: el buffer de seguridad coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur, y las tronaduras significan evacuaciones avisadas de 20 minutos solo en el mar. Corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al terminar las obras, y en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, el trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla se restablece en el sector.

Observación N° 50:

Ecosistema Marino: ¿Que va a pasar con el ecosistema marino y la vida existente en el sector?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

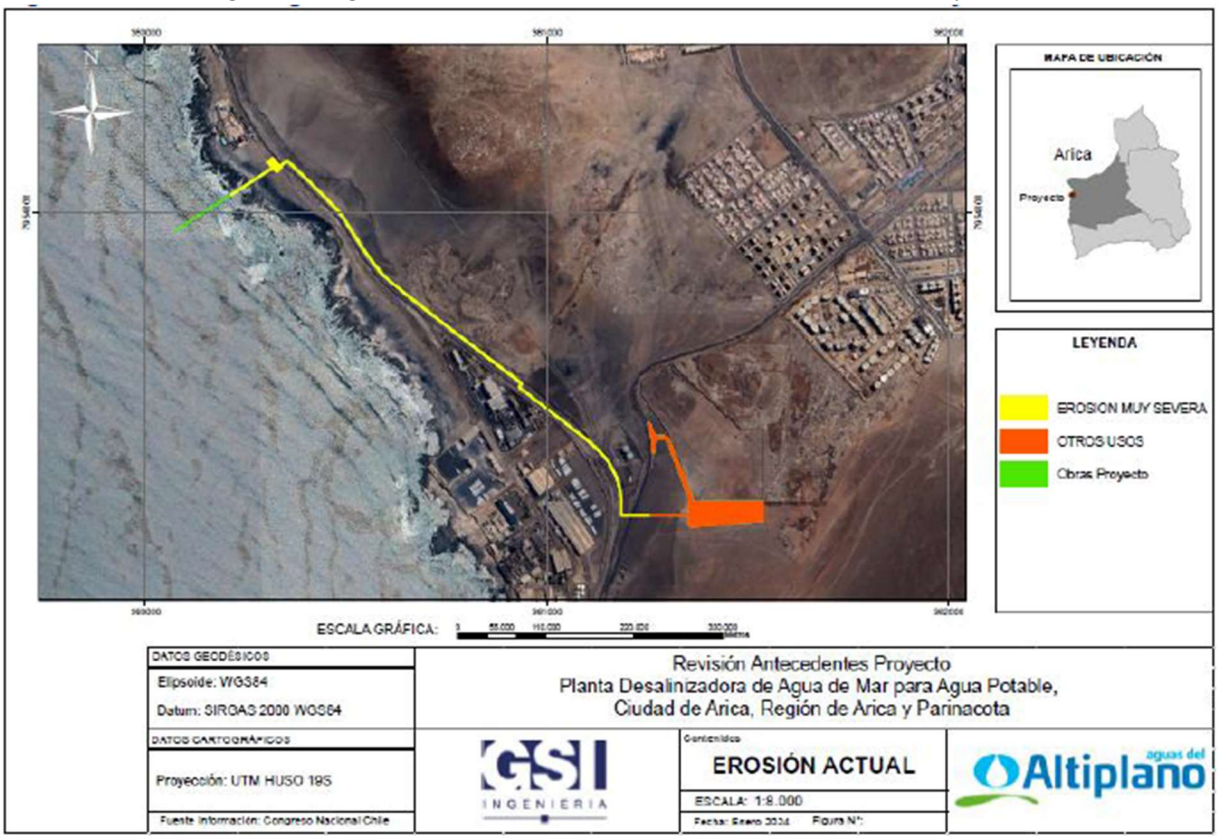
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino"*, el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

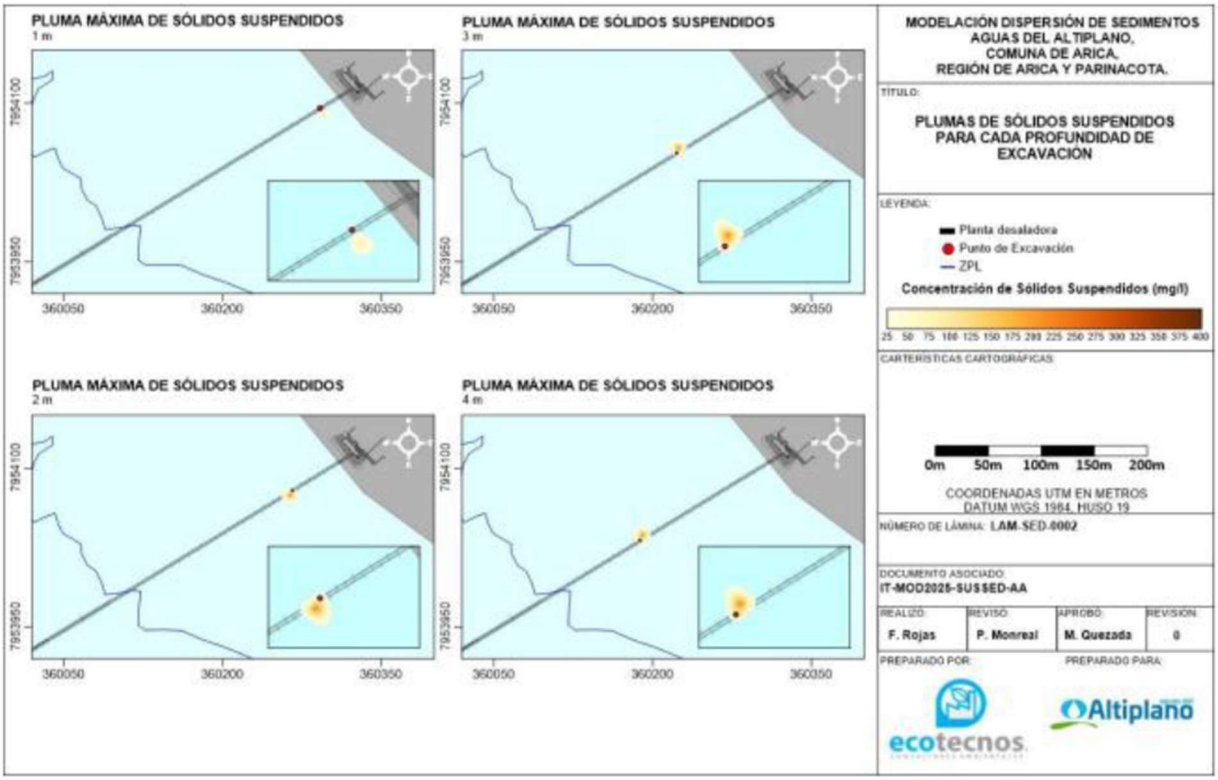
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

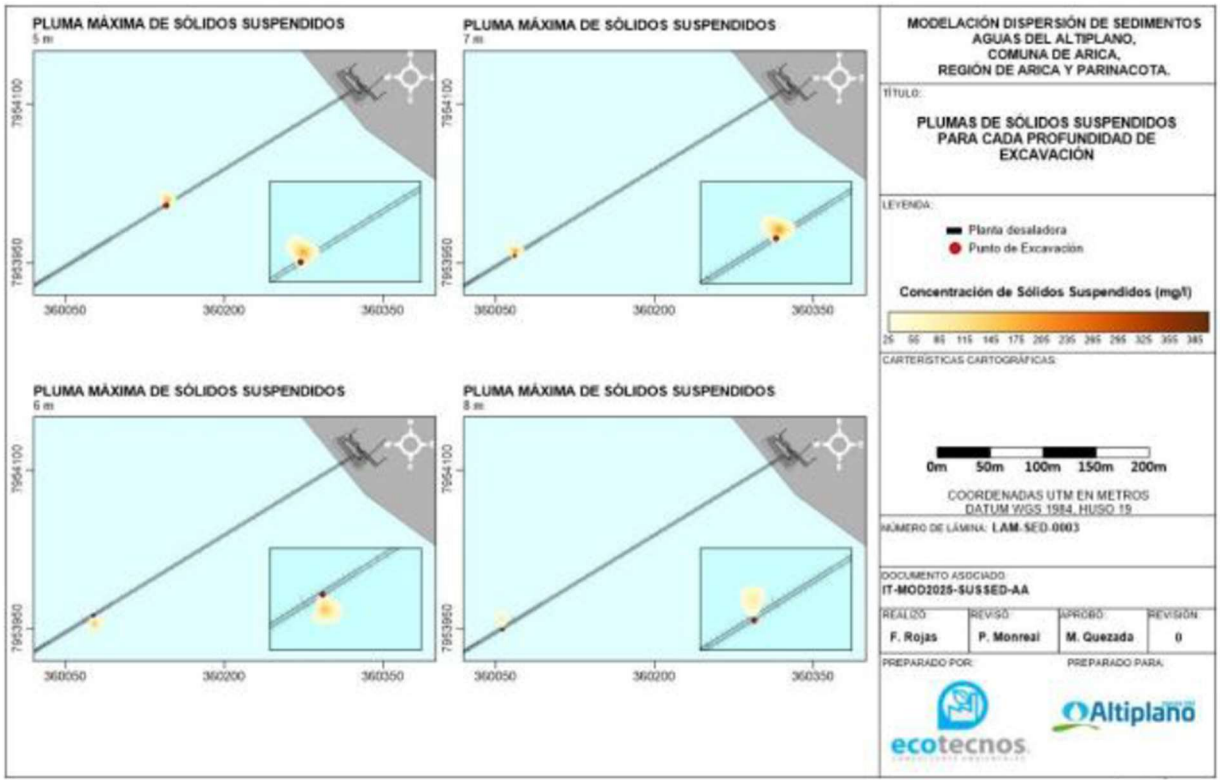
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico10

10 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual11

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

11 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

3. 29,5 [m] para actividades de perforación;

4. 34,3 [m] para actividades de dragado;

5. 533 [m] para actividades de embarcación;

6. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

7. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

8. 2 [m] para actividades de perforación;

9. 3 [m] para actividades de dragado;

10. 11 [m] para actividades de embarcación;

11. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

12. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

13. 613,17 [m] para actividades de perforación

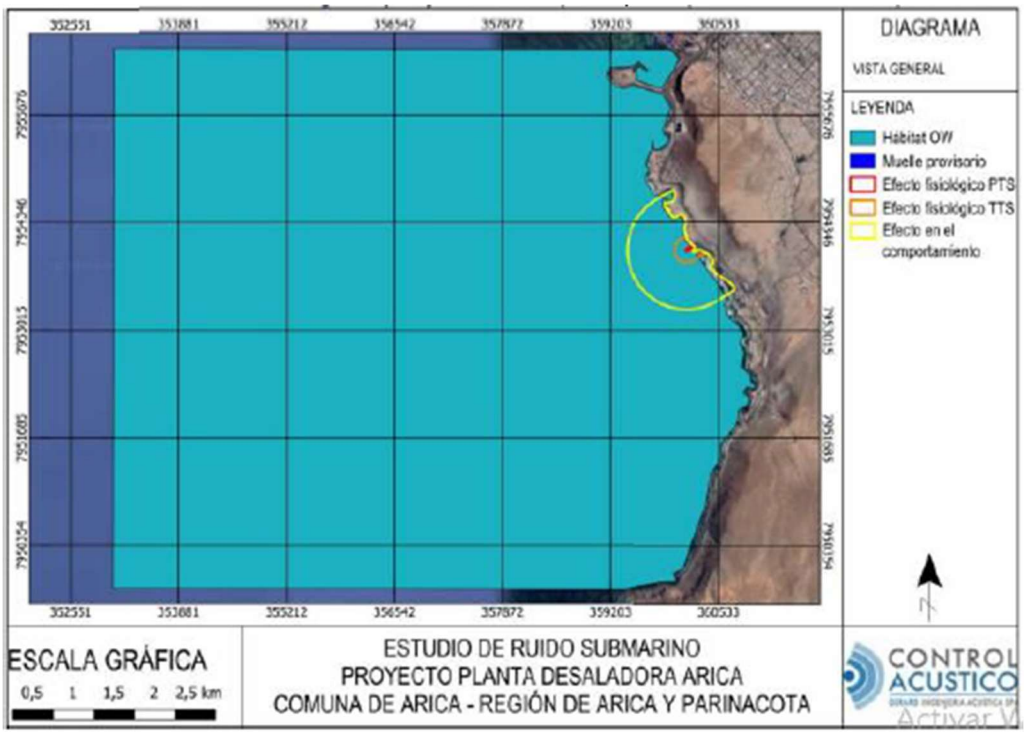
14. 730,36 [m] para actividades de dragado;

15. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

16. 3094 [m] para actividades de tronaduras

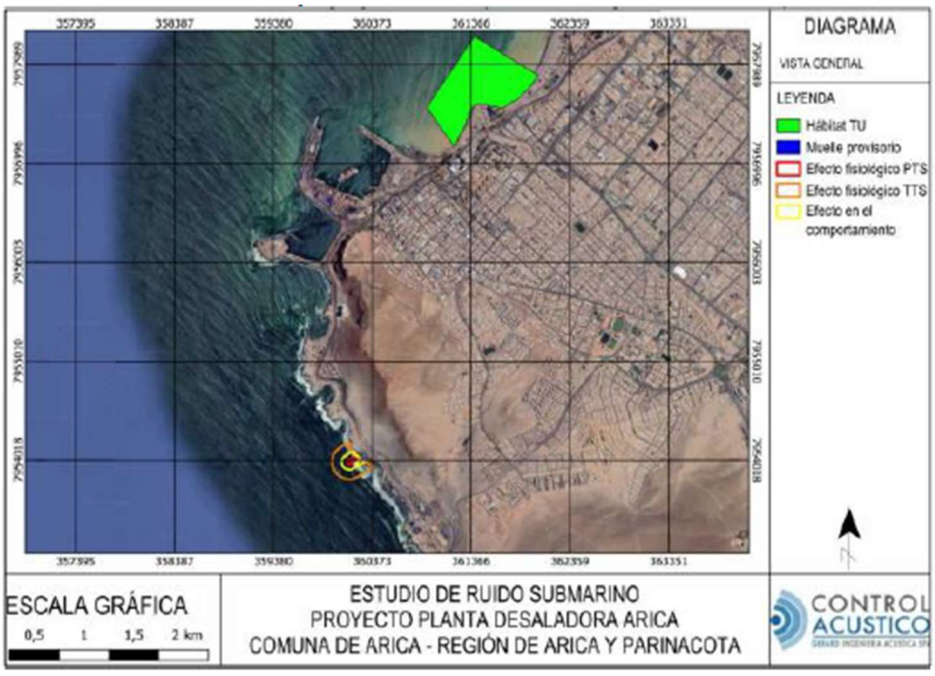
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



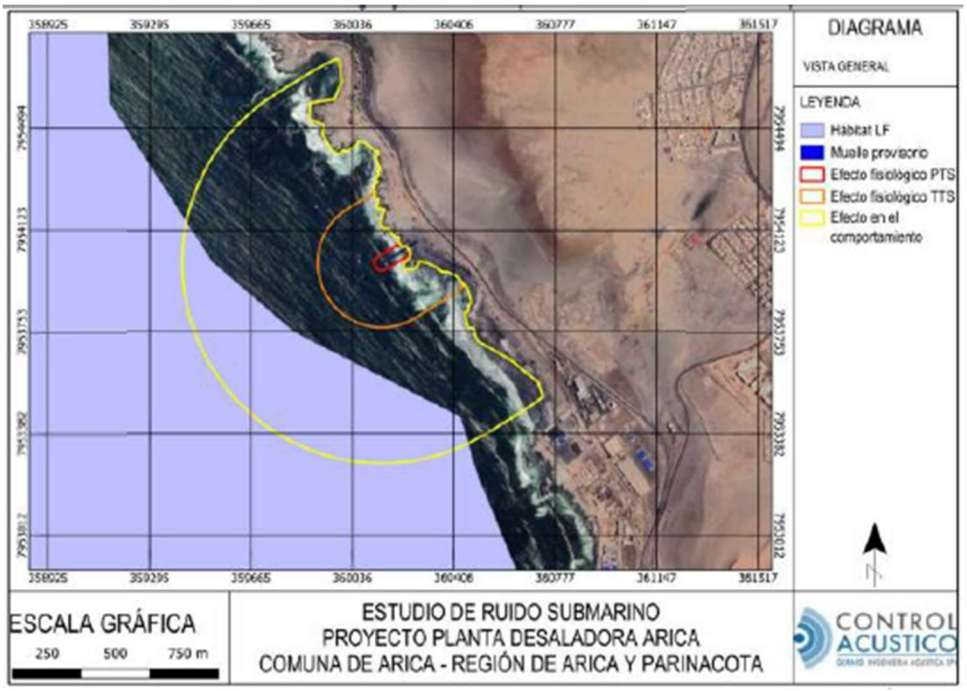
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

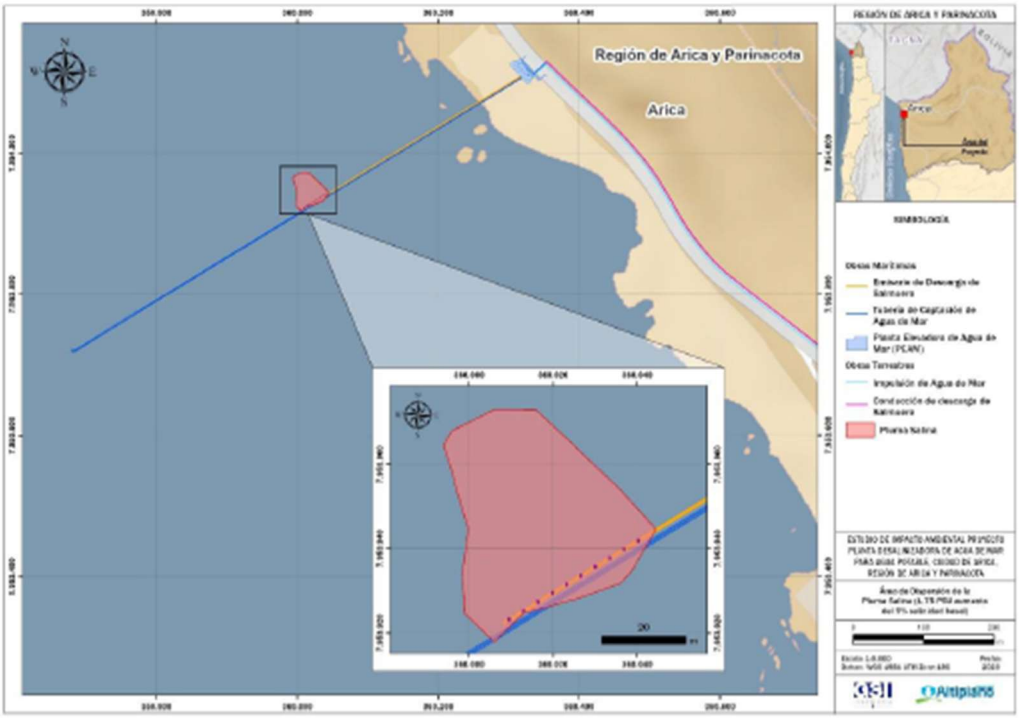
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

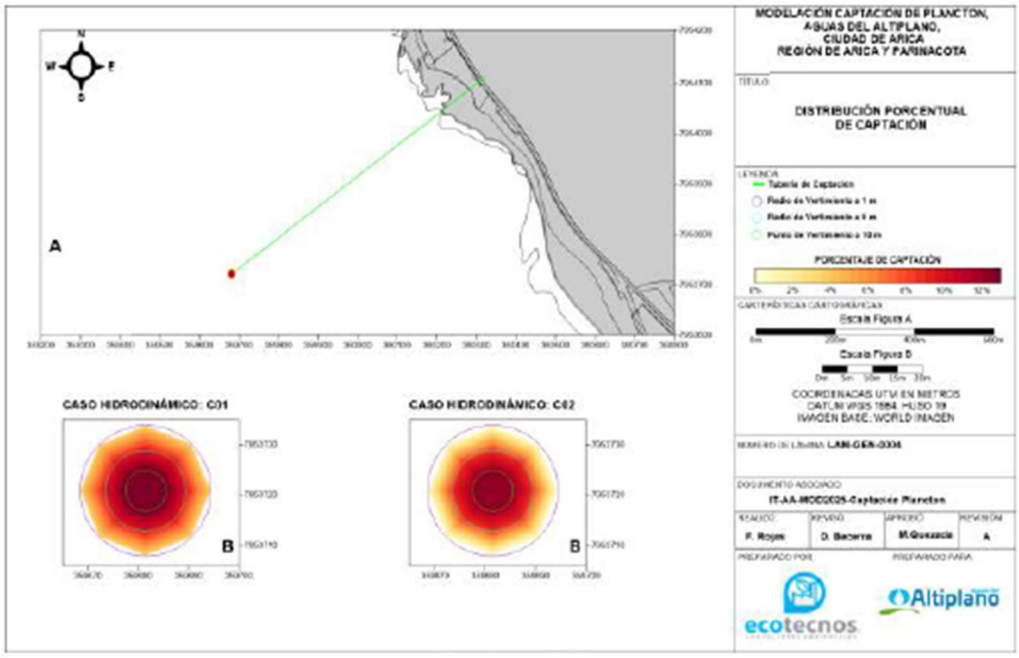
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 51:

Etapa de construcción: ¿en la etapa de construcción como podremos trabajar en el sector?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación consulta cómo podrán trabajar en el sector de Arenillas Negras, durante la etapa de construcción del Proyecto, quienes desarrollan actividades extractivas en el mar, como la pesca, el buceo y la recolección de orilla. Para responder, se describe primero en qué consiste el Proyecto; luego, las obras que se construyen en la Planta Elevadora de Agua de Mar, ubicada en Arenillas Negras; después, la temporalidad de esas obras; y finalmente, las condiciones en que podrá desarrollarse el trabajo en el sector durante la construcción.

El Proyecto consiste en una planta desalinizadora que producirá hasta 200 litros por segundo de agua para potabilizar mediante osmosis inversa, un proceso que hace pasar agua de mar a alta presión por membranas que retienen las sales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.1). El Proyecto tiene dos instalaciones principales. La Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) se ubica en el sector costero de Arenillas Negras y bombea el agua de mar hacia la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), a la que se accede desde la avenida San Ignacio de Loyola (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.96). Ambas instalaciones se unen mediante tuberías enterradas en una zanja junto a la avenida Comandante San Martín, a lo largo de aproximadamente 1.451 metros (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.57). En el mar, el Proyecto considera una torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, ubicada a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa (Adenda Complementaria, p.610), y un emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar

el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, de 367 metros de largo, de los cuales 298 metros van enterrados bajo el fondo marino, 29 metros apoyados sobre él y 40 metros corresponden a la zona de difusores, que son las boquillas por donde sale la descarga (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80).

Durante la fase de construcción, las obras que se ejecutan en Arenillas Negras corresponden a las denominadas obras costeras, es decir, la construcción de la PEAM y de los tramos submarinos de la tubería de captación, también llamada inmisario, y del emisario de descarga. Estas obras comprenden la movilización e instalación inicial de la instalación de faenas, las excavaciones terrestres y las tronaduras asociadas a la PEAM y al inmisario, la construcción de un muelle provisorio, las excavaciones submarinas, y las maniobras de lanzamiento, navegación y colocación de las tuberías en el mar (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.23-24). La fabricación y el acopio de tuberías, así como la fabricación de la torre de captación y de la estructura de lanzamiento, se desarrollan en el puerto de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). El tendido terrestre de las tuberías entre la PEAM y la PTOI se ejecuta a lo largo de la avenida Comandante San Martín hasta el sector de Loyola, fuera de la playa, y utiliza la instalación de faenas de la PEAM solo como apoyo logístico (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.1, p.21, y pp.23-24).

La instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, es la única intervención que permanece en la playa durante toda la fase de construcción, y su superficie se reduce a medida que finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En la primera etapa, cuando se ejecutan en paralelo las principales obras marítimas, alcanza su máxima superficie, de aproximadamente 1,10 hectáreas; una vez terminadas las excavaciones submarinas, se reduce a aproximadamente 0,87 hectáreas; y en la etapa final, cuando solo apoya el tendido terrestre de tuberías y la puesta en marcha, queda en aproximadamente 0,48 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.27-28). Mientras permanece, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76).

En cuanto a la temporalidad, el expediente distingue entre la duración total de la fase de construcción y la duración de las actividades que efectivamente se desarrollan en la playa o en el mar adyacente, precisando que la primera es distinta de la segunda (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.21). Las excavaciones terrestres y las tronaduras se concentran en los primeros meses de la construcción, y luego se ejecutan el muelle provisorio y las excavaciones submarinas, que finalizan antes del segundo período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49). Las nueve tronaduras terrestres, asociadas a la excavación de roca en el sector de la PEAM, se ejecutan de manera sucesiva, con un intervalo

mínimo de dos semanas entre ellas y una duración de 20 minutos cada una, y priorizando su ejecución los días lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49). Las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre cada una, y durante cada evento se aplica una zona temporal de evacuación marina por los 20 minutos que dura la tronadura, limitada al mar, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Por su parte, el buffer de seguridad de las obras marítimas, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas mientras se instalan, con una superficie de 75.500 metros cuadrados (7,55 hectáreas), se mantiene activo entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51).

Así, el trabajo en el sector podrá desarrollarse durante la construcción. El expediente identifica siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras, entre ellas el Sindicato de Trabajadores Independientes Buzos Mariscadores y Pescadores Artesanales de la Comuna de Arica, el Sindicato Trabajadores Independientes de Orilla y Recolectores y el Sindicato de Trabajadores Independientes de Buzos Mariscadores a Pulmón y Auxiliares de Buzo (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220). Dentro del buffer de seguridad, la superficie que coincide con el área donde se realiza la recolección de orilla se estima entre 0,62 y 0,72 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodear el buffer para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). La zona de evacuación de cada tronadura submarina, de aproximadamente 114,9 hectáreas frente a unos 1.503,5 metros de costa, rige solo durante los 20 minutos de cada evento, y finalizado ese lapso vuelve a regir solo el buffer de seguridad de las obras marítimas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). El Titular avisará cada tronadura con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental

Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Según estos antecedentes, durante la construcción del Proyecto el trabajo de pesca, buceo y recolección en Arenillas Negras podrá desarrollarse. El Proyecto corresponde a una planta desalinizadora cuya instalación en Arenillas Negras, la PEAM, se une mediante tuberías enterradas con la planta de tratamiento, a la que se accede desde la avenida San Ignacio de Loyola. En la playa, la intervención que permanece durante toda la construcción es la instalación de faenas, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras y mantiene el acceso a la orilla por el norte y por el sur. Las tronaduras se ejecutan entre abril y septiembre del primer año, fuera del verano, con eventos de 20 minutos separados por al menos dos semanas en el caso de las terrestres y tres semanas en el de las submarinas, priorizando los días lunes para las terrestres, y cada una se avisa con 72 horas de anticipación; el buffer de seguridad de las obras marítimas se mantiene entre los meses 4 y 14, coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla y las embarcaciones pueden rodearlo. Esta restricción de acceso al mar corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al finalizar la construcción, y en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa. A ello se suman el aporte de $3.000.000 para equipamiento de pesca a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición que complementa el Protocolo de avisaje, por la cual el Titular informa, dentro de las 24 horas siguientes, el término de cada restricción y, con al menos cinco días de anticipación, el inicio de la siguiente.

Observación N° 52:

Etapa de operación: Que pasara con ecosistema marino cuando la desaladora este trabajando entre los 10- 15 y 20 años (uds los titulares recuerden que nosotros los trabajadores dependemos de los recursos del sector.)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea dos aspectos: qué ocurrirá con el ecosistema marino mientras la planta esté en funcionamiento, extendiendo la pregunta a los horizontes de 10, 15 y 20 años, y la dependencia de los trabajadores del sector, es decir, pescadores, buzos y recolectores de orilla, respecto de esos recursos para su sustento. Se presenta primero qué ocurre con el ecosistema marino durante la operación, incluidos los productos químicos que utiliza la planta, el comportamiento de la descarga en el horizonte de largo plazo que plantea la observación y su verificación en terreno, y luego la situación de los trabajadores y de los recursos del sector.

A diferencia de la construcción, que es una etapa acotada en el tiempo, la operación es la etapa permanente del Proyecto. El Anexo Obs. 3.13, Predicción y Evaluación de Impacto Ambiental, de la Adenda Complementaria Extraordinaria, identifica para esta etapa cuatro efectos sobre el componente Ecosistemas Marinos, originados en las dos obras marítimas que quedan funcionando de manera permanente: la torre de captación de agua de mar y los difusores de descarga de salmuera, el agua concentrada en sal que resulta del proceso de desalinización. Estos cuatro efectos son el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar, el efecto sobre las comunidades bentónicas (los organismos que viven fijos o se desplazan sobre el fondo marino), el efecto sobre las comunidades planctónicas (los organismos microscópicos que flotan en el agua y forman la base de la cadena alimentaria marina), y el efecto sobre los recursos marinos, específicamente peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.90, pp.3.132-3.137). De ellos, el expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, porque la descarga de salmuera mantiene las condiciones de calidad del agua y los parámetros biológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.60).

Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros

y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5), cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79).

Sobre el horizonte de 10, 15 y 20 años que la observación menciona expresamente, la posibilidad de que la salinidad se acumule con el paso del tiempo se analizó modelando la dispersión de la salmuera durante 12 años completos, entre 2012 y 2023, con las condiciones de oleaje, mareas, vientos, temperatura y salinidad del mar de cada año. En todos los años simulados, la pluma salina promedio, es decir, la zona de agua más salada que se forma en torno a la descarga, se mantuvo bajo un exceso del 5%, con geometrías similares entre años y magnitudes inferiores al 1% de exceso de salinidad en el análisis integrado, y la modelación concluye con ausencia de un proceso de acumulación progresiva de salinidad en el cuerpo receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). La descarga se modeló, además, bajo el clima proyectado para el período 2027-2044, con mayor altura de oleaje y corrientes más intensas: en esas condiciones, los cambios de salinidad se mantienen en promedio bajo el 1%, los aumentos superiores al 5% se restringen a las inmediaciones de la descarga y los efectos sobre las comunidades planctónicas y bentónicas permanecen circunscritos al área de influencia, es decir, el espacio donde pueden manifestarse los efectos del Proyecto, manteniéndose las poblaciones y las funciones ecológicas del ecosistema (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166). Es decir, la modelación muestra que el efecto de la descarga se mantiene estable a lo largo de los años de operación de la planta.

Este resultado, además, queda sujeto a control en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades planctónicas y bentónicas y la fauna íctica, es decir, los peces; monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). De este modo, el seguimiento abarca los horizontes de 10, 15 y 20 años que menciona la observación.

En cuanto a la dependencia de los trabajadores respecto de estos recursos, durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la ZPL (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar la salmuera, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al

análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. En relación con esta actividad, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla un aporte, por una única vez, de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca y entregado durante los primeros quince meses de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA, para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Considerados estos elementos, respecto del ecosistema marino, el expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga, la modelación de 12 años muestra niveles de salinidad estables, con ausencia de acumulación progresiva, también bajo el clima proyectado a 2044, y el Plan de Vigilancia Ambiental verificará estas condiciones en terreno durante toda la etapa de operación, por exigencia de la Gobernación Marítima de Arica. En cuanto a la dependencia de los trabajadores, durante la operación el acceso al sector se mantiene libre y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, y la restricción temporal de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje.

29. Observante: Natalia del Carmen Ibarra Gonzalez

Observación N° 53:

Recreación: Debido al proyecto en sí, se perderá un gran lugar para la recreación de la comunidad donde se realizan habitualmente juntas familiares, deportes acuáticos como bodyboard, surf, además de pesca de orilla y recolección de mariscos

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que, debido al Proyecto, se perderá un lugar de recreación importante para la comunidad, donde se realizan juntas familiares, deportes acuáticos como el bodyboard y el surf, pesca de orilla y recolección de mariscos. Para responder, se presenta primero cómo el expediente reconoce a Arenillas Negras como espacio de recreación y qué parte de la playa ocupa el Proyecto y, luego, qué ocurre con las juntas familiares, con los deportes acuáticos y con la pesca de orilla y la recolección de mariscos, durante la construcción y una vez concluidas las obras.

El expediente reconoce el valor recreativo y comunitario de Arenillas Negras. El camping corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), que ocupa unos 941 metros de costa y 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.86). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, Playa Arenillas Negras constituye un punto de encuentro para la pesca recreativa, la recolección de orilla, el surf y el bodyboard y el camping estival, en torno al cual se articulan las organizaciones de pesca artesanal, la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras y los clubes deportivos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21).

Respecto de la parte de la playa que ocupa el Proyecto, durante la fase de construcción la única intervención que permanece en ella es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En el primer verano ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas y 202 metros de los aproximadamente 941 metros de costa del camping, y en el segundo verano, aproximadamente 0,48 hectáreas y 101,3 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.169), lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Mientras permanece, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria

Extraordinaria, p.76). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). Ese mismo análisis concluye que el espacio comunitario se mantiene en su lugar durante la construcción: se reduce temporalmente la superficie disponible y se modifican algunos accesos, y las actividades que reúnen a la comunidad se mantienen en el mismo lugar, de modo que el espacio de encuentro y los vínculos que se generan en torno a él se conservan.

En cuanto a las juntas familiares y el camping, el análisis propio de esta Dirección Regional, realizado conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, con independencia de la calificación del Titular, estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción, y que el campamento y los demás usos recreativos de la playa pueden seguir desarrollándose en el mismo lugar. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la coordinación con la comunidad se sostiene en esa mesa de trabajo, con una antelación mínima de 30 días antes de cada período estival para su primera reunión y acta de acuerdos, y en el protocolo de avisaje complementado por la condición que establece esta Dirección Regional.

Respecto de los deportes acuáticos, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores de práctica respecto del buffer marino de seguridad, es decir, la franja de 50 metros de ancho a cada lado de las tuberías submarinas, con una superficie de 75.500 metros cuadrados, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros del buffer, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). El expediente consigna que el área de enseñanza y la ola izquierda quedan fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, por lo que la práctica y enseñanza de surf y bodyboard puede continuar desarrollándose en dichos sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105). Conforme al análisis propio de esta Dirección Regional, los tres sectores

quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Por ello, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la práctica deportiva puede seguir desarrollándose desde ese momento (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla además, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), y esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

Sobre la pesca de orilla y la recolección de mariscos, el buffer de seguridad de las obras marítimas coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas implican una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca" contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Concluida la construcción, en la etapa de operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y el acceso a la totalidad de la playa y de los sectores de oleaje se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Así, las juntas familiares, el surf y el bodyboard, la pesca de orilla y la recolección de mariscos pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

Considerados los usos señalados, el expediente reconoce a Arenillas Negras como un punto de encuentro para el camping familiar, los deportes acuáticos, la pesca y la recolección, y, conforme al análisis de esta Dirección Regional, ese espacio se mantiene en su lugar durante la construcción. La instalación de faenas ocupa 202 de los 941 metros de costa del camping en el primer verano y 101,3 metros en el segundo, con una superposición del 20% y del 10% del territorio usado por los campistas, acceso a la orilla por el norte y por el sur, y tronaduras fuera del verano. Las juntas familiares y el camping cuentan con el compromiso de apoyo en condiciones de habitabilidad y las franjas que exige esta Dirección Regional, junto con la condición de mantener el Área de Secado y la Zona de Acopio libres de suelos húmedos en verano. El surf y el bodyboard se mantienen en sus sectores de práctica, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. La pesca de orilla y la recolección enfrentan una restricción temporal de acceso al mar que corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo; durante esa restricción, el recurso se mantiene y la actividad puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. Concluidas las obras, todos estos usos pueden seguir desarrollándose con acceso libre a toda la playa.

Observación N° 54:

Contaminación: Debido al proyecto aun existiendo contaminación de parte de las pesqueras, con este proyecto se verá aún más afectado el ecosistema del lugar perjudicando aves tanto como peces y mariscos y flora y fauna en general

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

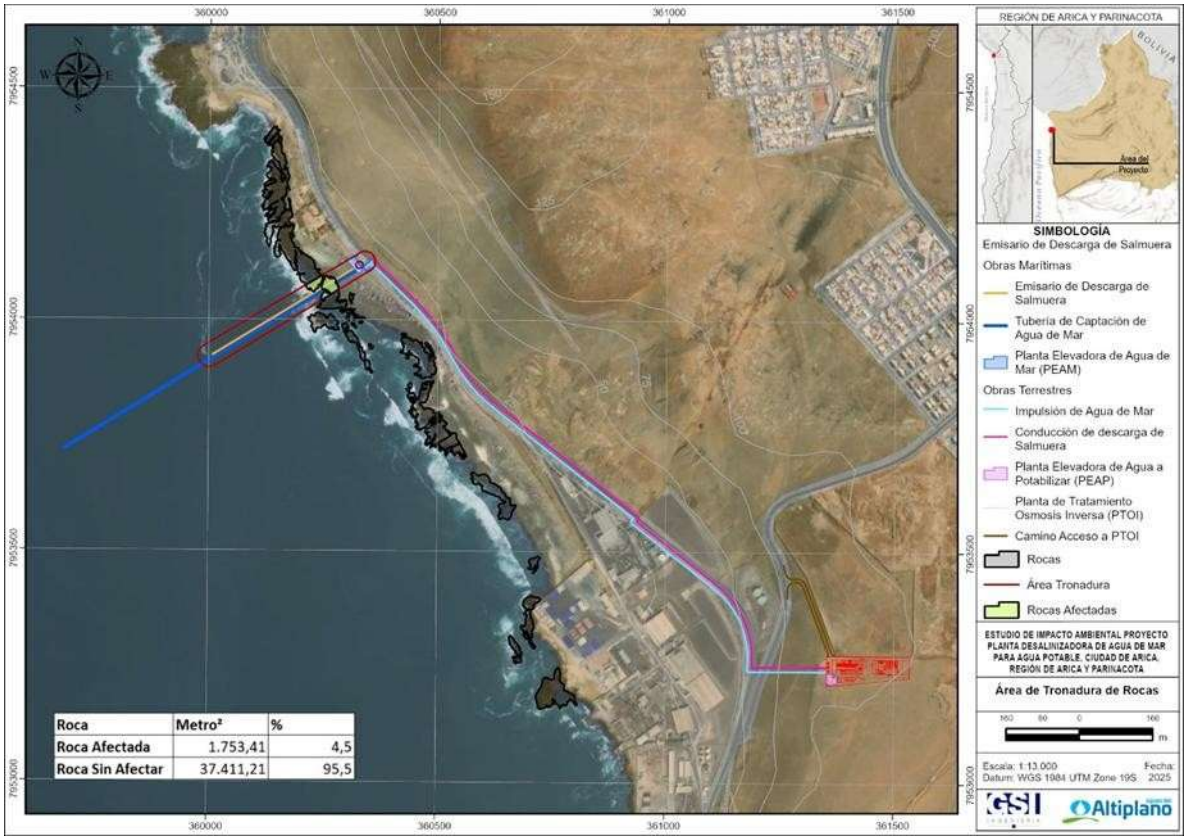
Respuesta a la observación:

En primer lugar, respecto a la contaminación de parte de las pesqueras, de acuerdo con lo declarado en el numeral 6.11 de la Adenda Complementaria, las descargas industriales cercanas, tales como las asociadas a Golden Omega y Corpesca, no corresponden a efluentes hipersalinos, sino a descargas de naturaleza orgánico-proteica, con contenidos de materia orgánica biodegradable, nutrientes y eventualmente aceites y grasas. Se trata, por tanto, de efluentes de composición fisicoquímica distinta, con mecanismos de impacto también distintos. Mientras una salmuera desalinizadora corresponde a un fluido más denso que el agua de mar, debido a su mayor salinidad, las descargas industriales de ese tipo tienden a presentar densidad similar o inferior al agua marina, y por ello su comportamiento de mezcla y dispersión es diferente. En términos ambientales, unas se asocian potencialmente a efectos sobre DBO, nutrientes, oxígeno disuelto o eutrofización, mientras que la descarga del Proyecto se vincula específicamente a una variación localizada de salinidad. Por lo mismo, no existe una superposición directa respecto del mismo parámetro ambiental, y no resulta metodológicamente procedente integrar ambas tipologías de descarga en un único modelo de pluma salina. En segundo lugar, la ubicación del punto de descarga del Proyecto se emplaza en un sector distinto y físicamente separado de los puntos de descarga de las otras instalaciones industriales del entorno. Ello fue considerado al definir el dominio del modelo numérico, el cual abarcó 1.800 m x 1.800 m, con resolución refinada en la zona cercana al emisario. Sobre esa base, no se identificaron zonas de remanso ni cuencas cerradas que pudieran favorecer una acumulación conjunta de efluentes ni un solapamiento espacial relevante entre plumas de distinta naturaleza.

Particularmente, respecto al impacto a la fauna marina debido a la ejecución del proyecto, en la etapa de construcción se definen impactos asociados principalmente a emisiones acústicas. En este sentido, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras. En este contexto, se identificó el impacto “Efecto adverso sobre los mamíferos marinos”, tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional. En este sentido, en la Parte 4 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, el uso de tronaduras está diseñado para afectar solo el área estrictamente necesaria para la instalación de la tubería, representando solo un 4,5% de la superficie rocosa total, como se muestra en

la siguiente Figura. Esto significa que el 95,5% del área rocosa no será intervenida, garantizando la preservación del ecosistema y la morfología del sector.

Figura. Rocas afectadas tronadura



Fuente: Figura 1, Parte 4 Anexo 15, Adenda Complementaria

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing, Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts"*, elaborado por la NMFS *(National Marine Fisheries Service*, del NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*, en revisión en el documento técnico *"Marine Mammal Noise Expo, sure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects"* de acuerdo a lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria, que presenta una actualización del estudio de ruido submarino.

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de centímetros en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores a las áreas que se

presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos en caso de tronaduras es de 73 metros.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales, siendo de 1.051 metros para tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos de 3.094 metros para actividades de tronaduras.

En general, se prevé una afectación sobre las comunidades intermareales presentes en el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

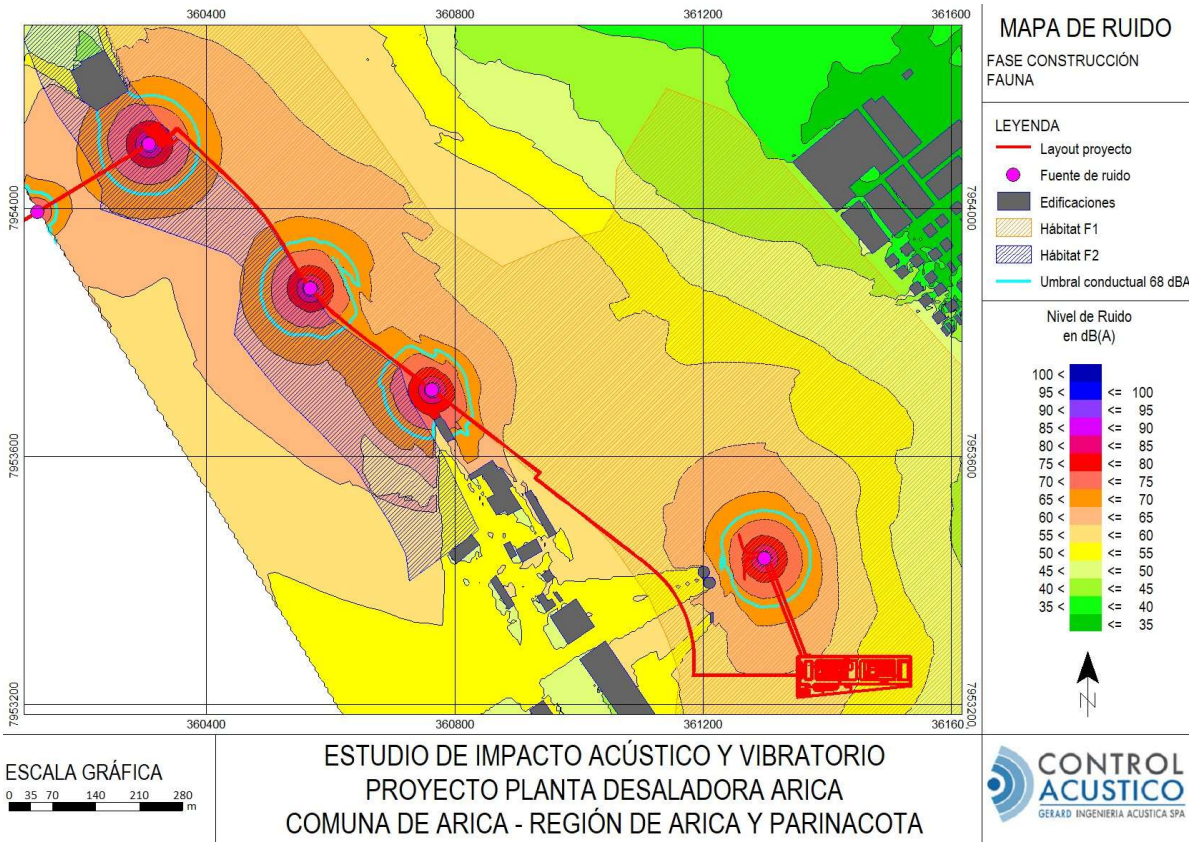
Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios. Este considera las medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos.

Respecto a la contaminación acústica en avifauna, en el Anexo 1.6 de la Adenda Complementaria se realiza un estudio respecto del ruido y vibraciones. Para el calculo de la afectación, se utilizaron los siguientes umbrales:

17. 58 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente continua (ruido ambiental).
18. 68 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente Intermitente (ruido construcción, transporte).
19. 93 [dB(A)] máximo, para efectos de tipo fisiológico (desplazamiento temporal de umbral auditivo), con un tipo de fuente de impulsos múltiples (construcción, martillo neumático, por ejemplo) y transporte.

Considerando la propagación sonora, la Figura a continuación presenta un mapa de la propagación en escala [dB(A)] durante la fase de construcción.

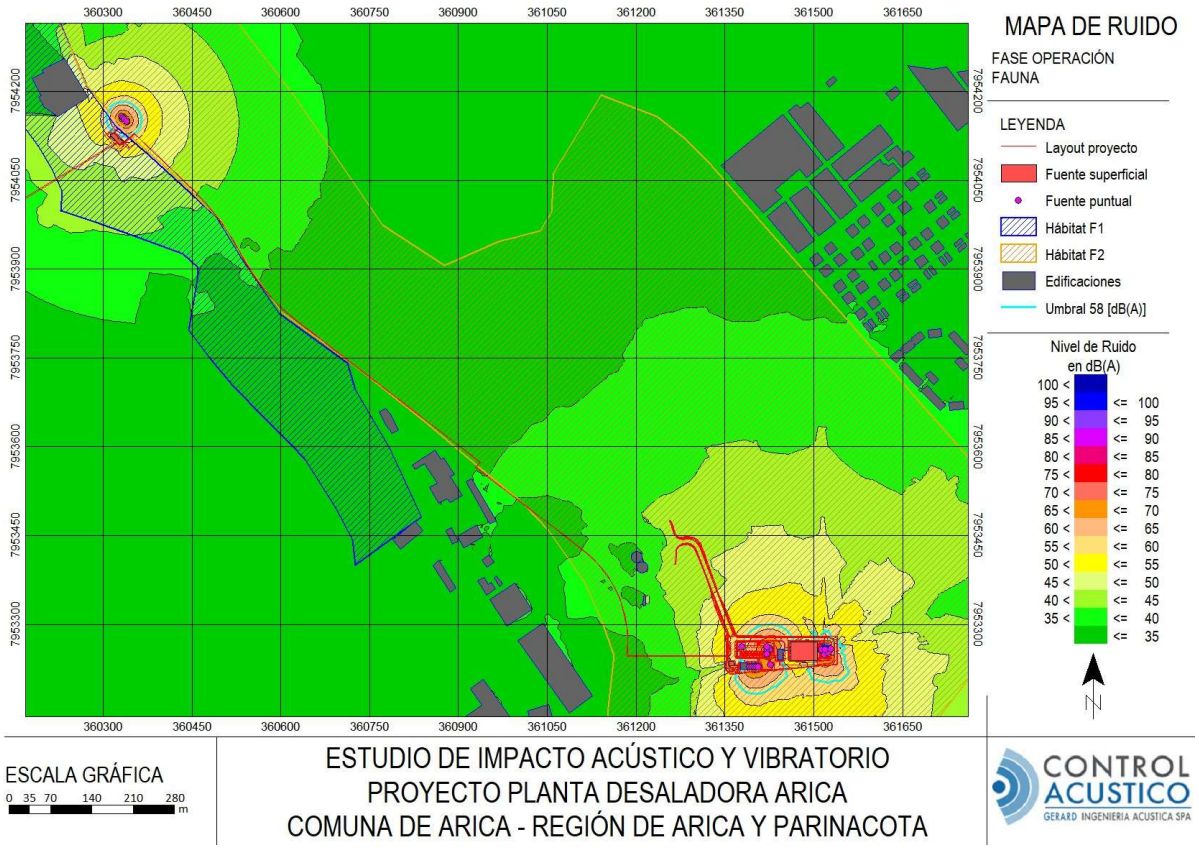
Figura. Mapa de la propagación en escala [dB(A)] durante la fase de construcción.



Fuente: Ilustración 19, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Por otra parte, la siguiente Figura presenta mapas de propagación sonora asociados a la fase de operación para ruido en fauna, detallado para efecto conductual y fisiológico.

Figura. Mapa de propagación sonora en escala [dB(A)] en fase de operación



Fuente: Figura 23, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

En conclusión, para la evaluación en los receptores de fauna, los niveles de presión acústica obtenidos para todas las fases fueron evaluados de acuerdo con los máximos permitidos dados por el Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (SEA, 2022), verificando incumplimiento en la fase de construcción en los sitios de interés de fauna estudiados. No obstante, estos sitios son sitios de análisis conservador y no corresponden a hábitats de relevancia para fauna nativa. No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción. El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible.

En la fase de operación se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro,

succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. Finalmente, el proyecto contempla la descarga de agua salina concentrada al mar como resultado del proceso de desalinización. Esta descarga se realiza en un área muy pequeña de menos de 0,18 hectáreas y se mantendrá a largo plazo durante la operación de la planta desaladora.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo PAS 119 Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto al impacto en flora, de acuerdo con lo declarado por el Titular en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, la línea de base no identificó formaciones vegetacionales ni individuos de flora en las superficies directamente intervenidas que puedan ver reducida su capacidad de persistencia o recuperación por el Proyecto. El descarte se sustenta en la condición efectiva del área intervenida, la ausencia de formaciones vegetacionales e individuos de flora en las superficies directamente intervenidas, la magnitud acotada de la intervención y la inexistencia de un mecanismo mediante el cual el Proyecto reduzca la conectividad, disponibilidad de hábitat, capacidad de regeneración o persistencia de la flora presente en el entorno frente a las amenazas climáticas identificadas.

Observación N° 55:

Comunidad: Debido a que el sector es un punto de encuentro familiar durante años se perdería este sector para la comunidad.Cabe destacar que en el sector se realizan campeonatos de bodyboard y surf, también es un sector de pesca y recolección de mariscos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que Arenillas Negras ha sido durante años un punto de encuentro familiar y que, con el Proyecto, la comunidad perdería ese sector, y destaca que allí se realizan campeonatos de bodyboard y surf y que es un sector de pesca y recolección de mariscos. Para responder, se presenta primero cómo el expediente reconoce a Arenillas Negras como punto de encuentro y qué parte de la playa ocupa el Proyecto y, luego, qué ocurre con el encuentro familiar, con el bodyboard, el surf y sus campeonatos y con la pesca y la recolección de mariscos, durante la construcción y una vez concluidas las obras.

El expediente reconoce la trayectoria que plantea la observación. El camping de Arenillas Negras corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), que ocupa unos 941 metros de costa y 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.86). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, Playa Arenillas Negras constituye un punto de encuentro para la pesca recreativa, la recolección de orilla, el surf y el bodyboard y el camping estival, en torno al cual se articulan las organizaciones de pesca artesanal, la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras y los clubes deportivos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21).

Respecto de la parte de la playa que ocupa el Proyecto, durante la fase de construcción la única intervención que permanece en ella es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En el primer verano ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas y 202 metros de los aproximadamente 941 metros de costa del camping, y en el segundo verano, aproximadamente 0,48 hectáreas y 101,3 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.169), lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Mientras permanece, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria

Extraordinaria, p.76). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). Ese mismo análisis concluye que el espacio comunitario se mantiene en su lugar durante la construcción: se reduce temporalmente la superficie disponible y se modifican algunos accesos, y las actividades que reúnen a la comunidad se mantienen en el mismo lugar, de modo que el espacio de encuentro y los vínculos que se generan en torno a él se conservan.

En cuanto al encuentro familiar y el camping, el análisis propio de esta Dirección Regional, realizado conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, con independencia de la calificación del Titular, estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción, y que el campamento y los demás usos recreativos de la playa pueden seguir desarrollándose en el mismo lugar. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la coordinación con la comunidad se sostiene en esa mesa de trabajo, con una antelación mínima de 30 días antes de cada período estival para su primera reunión y acta de acuerdos, y en el protocolo de avisaje complementado por la condición que establece esta Dirección Regional.

Respecto del bodyboard y el surf, la línea de base, es decir, la descripción del territorio en su condición previa al Proyecto, registró la realización de campeonatos en el sector, con categorías junior, profesional, mujeres y máster (Adenda Complementaria, p.286). Para la continuidad de esta práctica durante la construcción, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores de práctica respecto del buffer marino de seguridad, es decir, la franja de 50 metros de ancho a cada lado de las tuberías submarinas, con una superficie de 75.500 metros cuadrados, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros del buffer, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). El expediente consigna que el área de enseñanza y la ola izquierda quedan

fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, por lo que la práctica y enseñanza de surf y bodyboard puede continuar desarrollándose en dichos sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105). Conforme al análisis propio de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Por ello, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la práctica deportiva puede seguir desarrollándose desde ese momento (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla además, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), y esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

Sobre la pesca y la recolección de mariscos, el buffer de seguridad de las obras marítimas coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas implican una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario “Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca” contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario “Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al

menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Concluida la construcción, en la etapa de operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y el acceso a la totalidad de la playa y de los sectores de oleaje se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Así, el encuentro familiar, el bodyboard y el surf, con sus campeonatos, y la pesca y la recolección de mariscos pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

Repasadas las actividades descritas, el expediente reconoce a Arenillas Negras como un punto de encuentro familiar consolidado por más de siete décadas y como espacio de bodyboard, surf, pesca y recolección, y, conforme al análisis de esta Dirección Regional, ese espacio de encuentro se mantiene en su lugar durante la construcción. La instalación de faenas ocupa 202 de los 941 metros de costa del camping en el primer verano y 101,3 metros en el segundo, con una superposición del 20% y del 10% del territorio usado por los campistas, acceso a la orilla por el norte y por el sur, y tronaduras fuera del verano. El encuentro familiar y el camping cuentan con el compromiso de apoyo en condiciones de habitabilidad y las franjas que exige esta Dirección Regional, junto con la condición de mantener el Área de Secado y la Zona de Acopio libres de suelos húmedos en verano. El bodyboard y el surf, incluidos sus campeonatos, se mantienen en sus sectores de práctica, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. La pesca y la recolección enfrentan una restricción temporal de acceso al mar que corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo; durante esa restricción, el recurso se mantiene y la actividad puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. Concluidas las obras, todas estas actividades pueden seguir desarrollándose con acceso libre a toda la playa.

30. Observante: Pablino Antonio Astete Chandia

Observación N° 56:

Contaminación del ecosistema y posterior muerte de este sistema marino

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

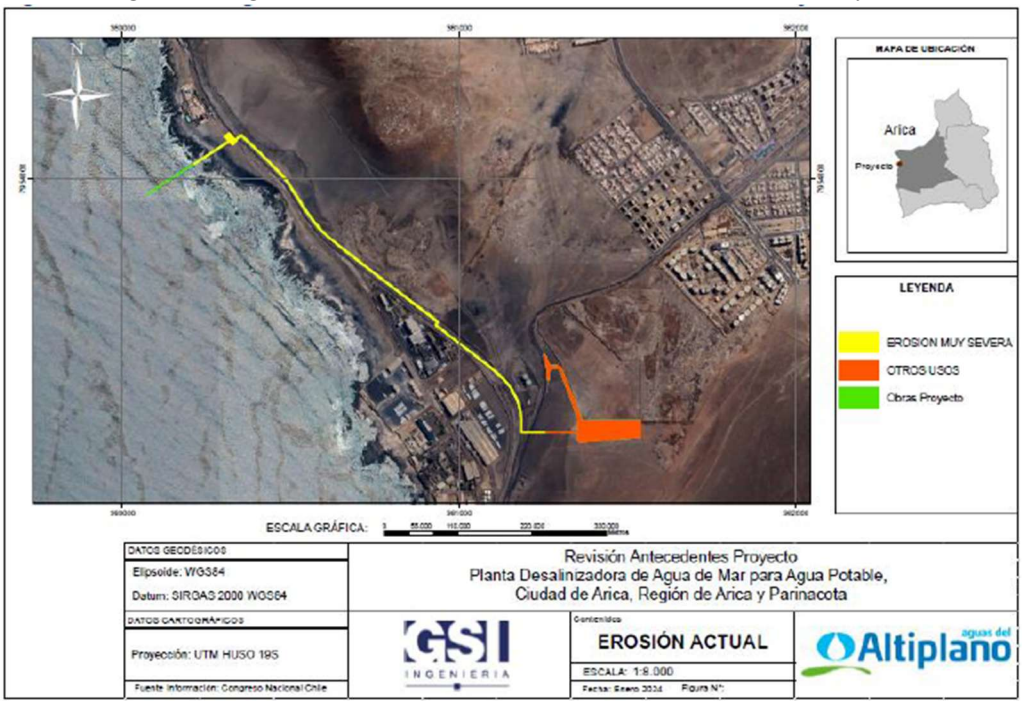
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Figura, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

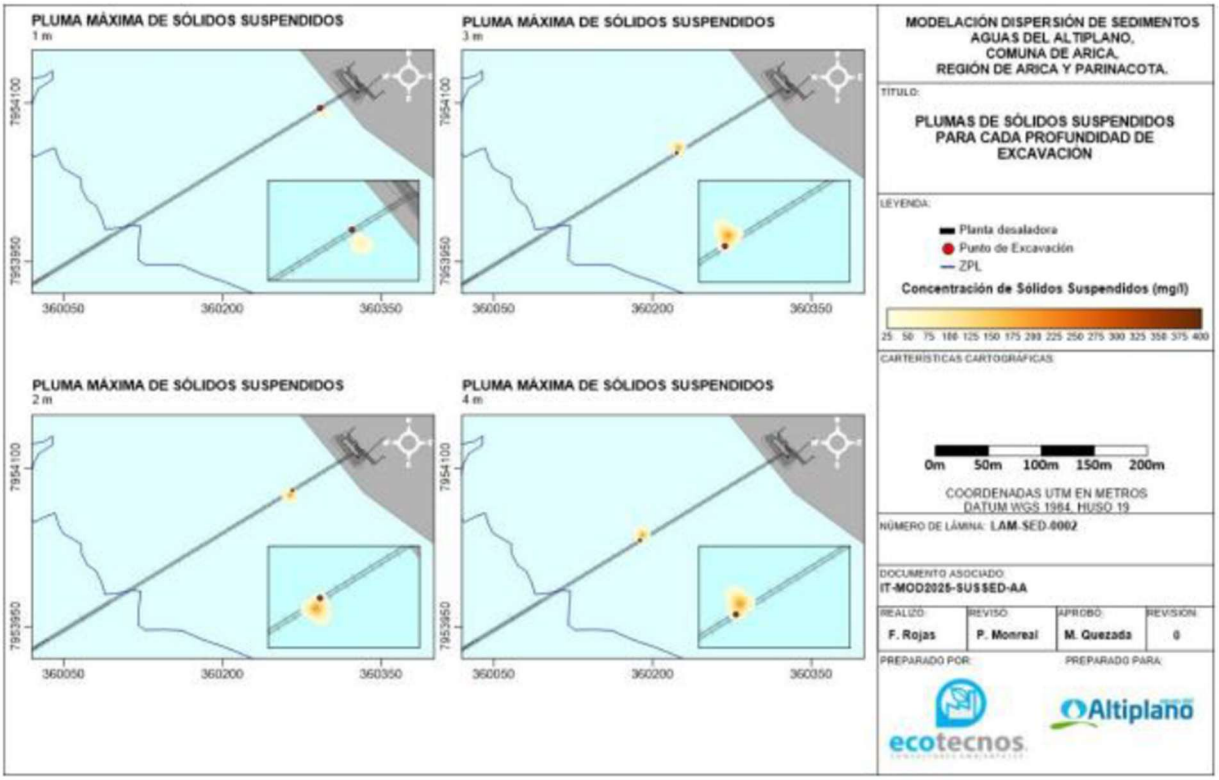
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

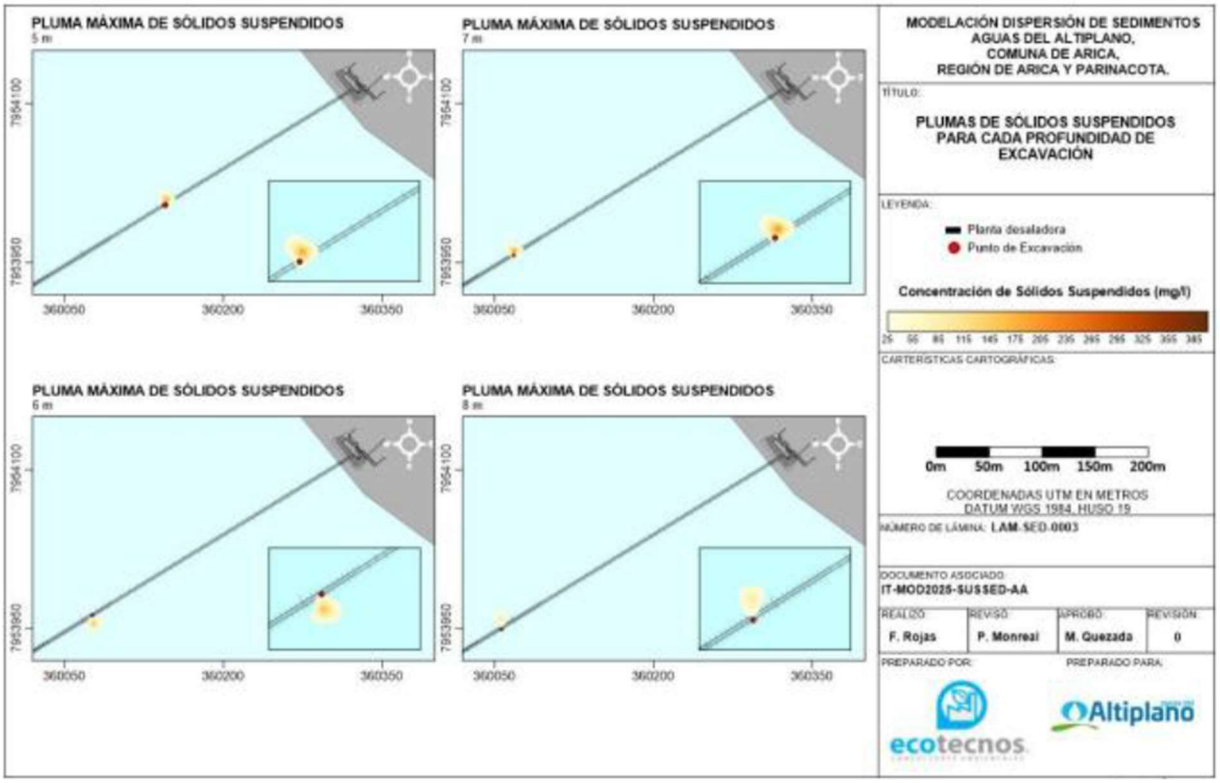
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Tabla: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico12

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

12 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual13

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

20. 29,5 [m] para actividades de perforación;

21. 34,3 [m] para actividades de dragado;

22. 533 [m] para actividades de embarcación;

23. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

24. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

13 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

25. 2 [m] para actividades de perforación;

26. 3 [m] para actividades de dragado;

27. 11 [m] para actividades de embarcación;

28. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

29. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

30. 613,17 [m] para actividades de perforación

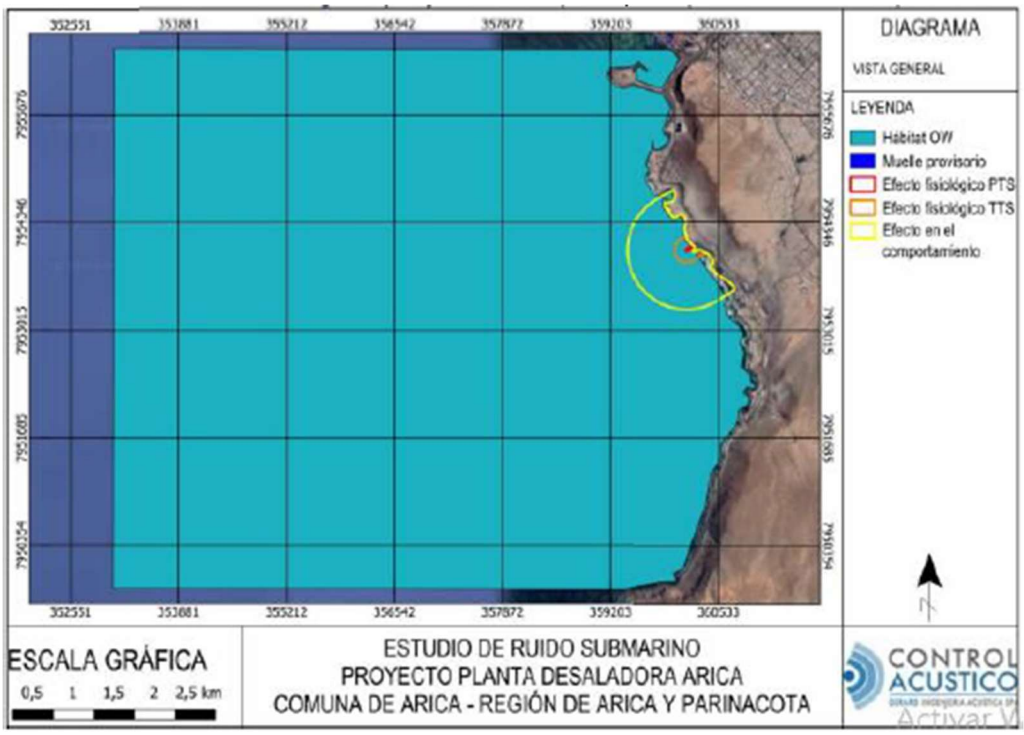
31. 730,36 [m] para actividades de dragado;

32. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

33. 3094 [m] para actividades de tronaduras

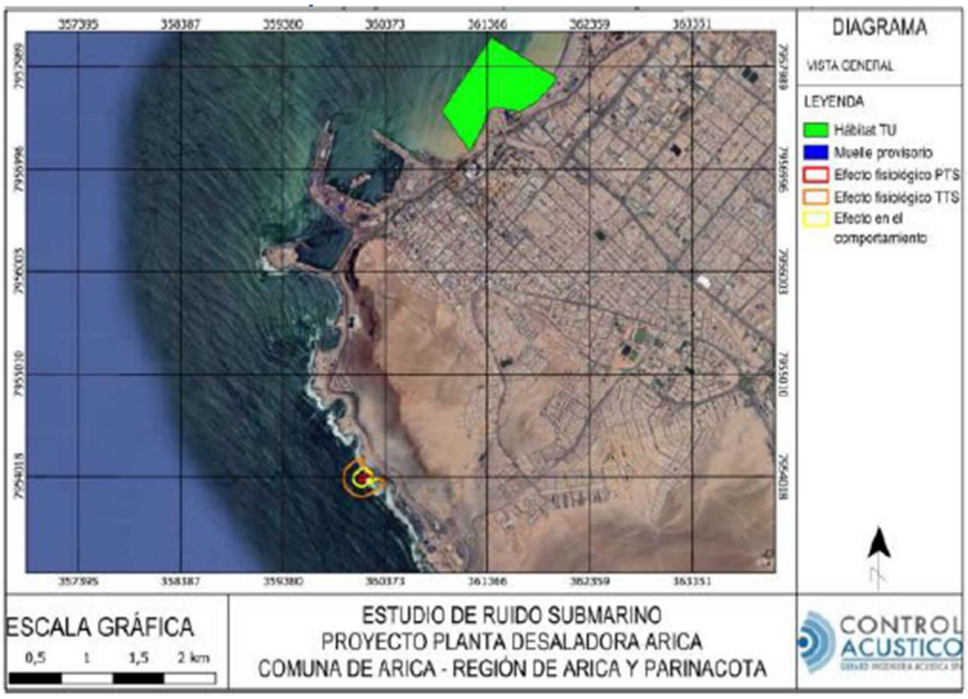
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



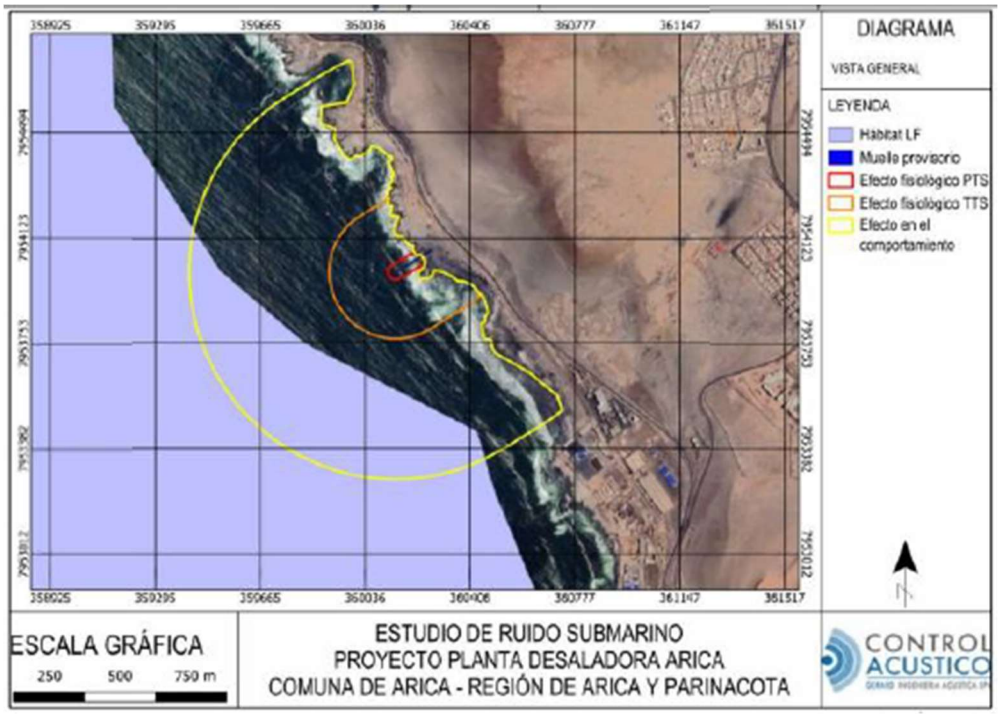
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

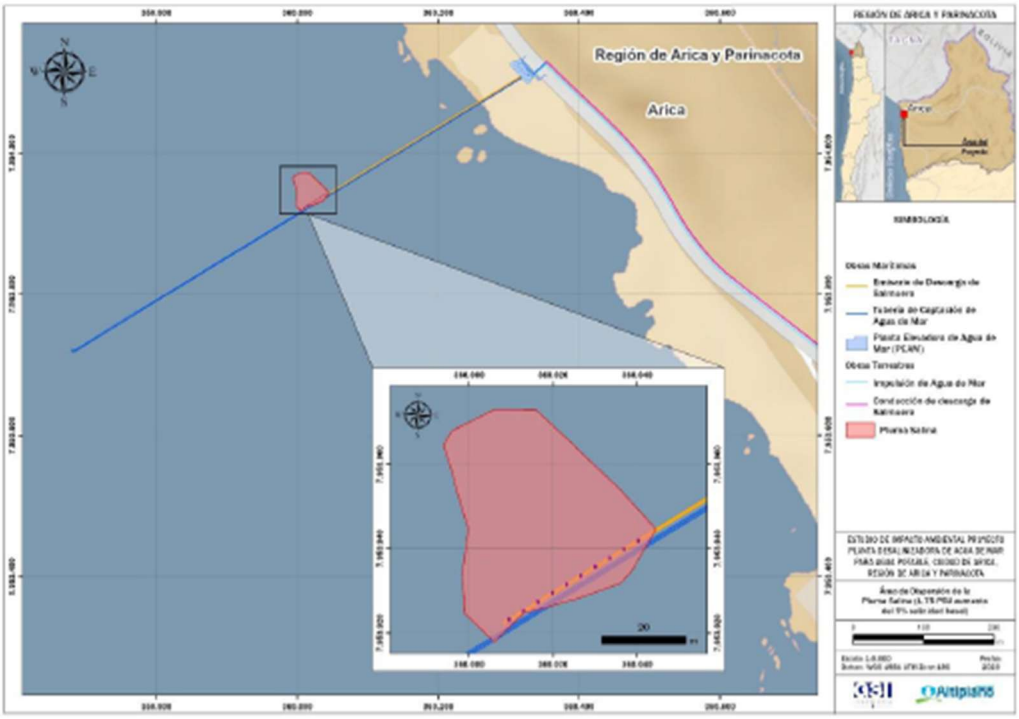
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

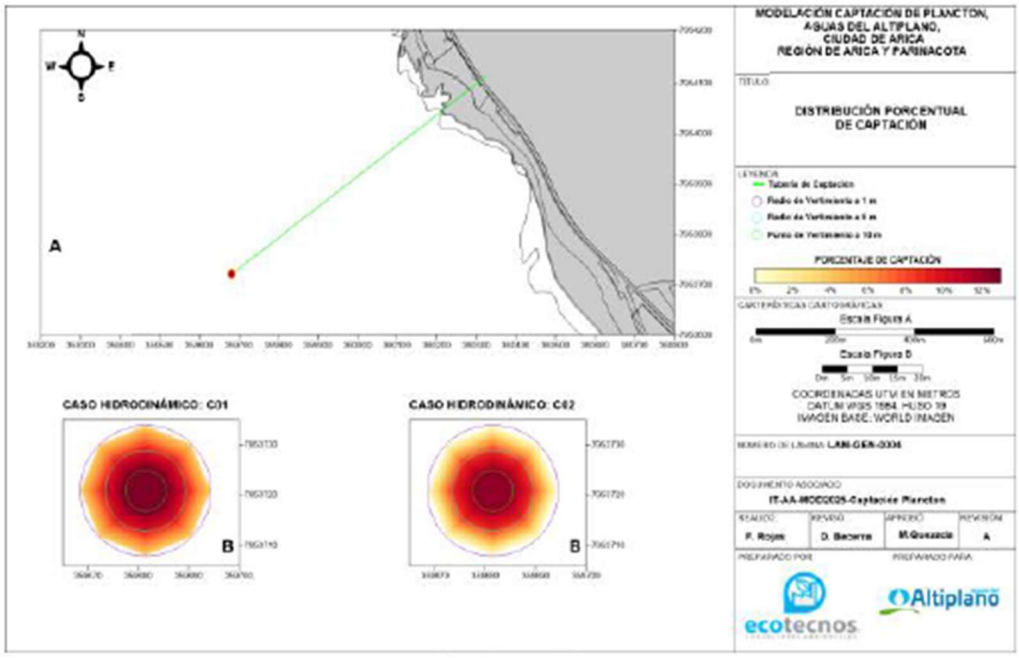
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 57:

Perdida de fuente laboral y con ello lo económico.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la fuente laboral de quienes pescan, bucean y recolectan en Arenillas Negras y por el efecto económico asociado. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó esta fuente laboral y, luego, ambos temas en cada fase del Proyecto: durante la construcción, la restricción temporal de acceso, junto con el compromiso y la condición asociados; y durante la operación, la continuidad de la fuente laboral y de la actividad económica.

Esta fuente laboral y su dimensión económica fueron evaluadas de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron, además, que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia y que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157).

Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de

pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, por lo que la fuente laboral y la actividad económica asociada se mantienen durante esa etapa.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, la fuente laboral de pesca, buceo y recolección de orilla se

mantiene, y con ella la actividad económica asociada a la extracción y comercialización de los recursos.

En consideración a lo expuesto, la fuente laboral y la actividad económica de quienes pescan, bucean y recolectan en Arenillas Negras, que el expediente reconoce como su principal fuente de ingresos, se mantienen en ambas fases del Proyecto. En la construcción, la restricción de acceso al mar es temporal y parcial y corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, la fuente laboral y la actividad económica pueden seguir desarrollándose.

Observación N° 58:

Impacto del ecosistema ambiental al borde costero.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

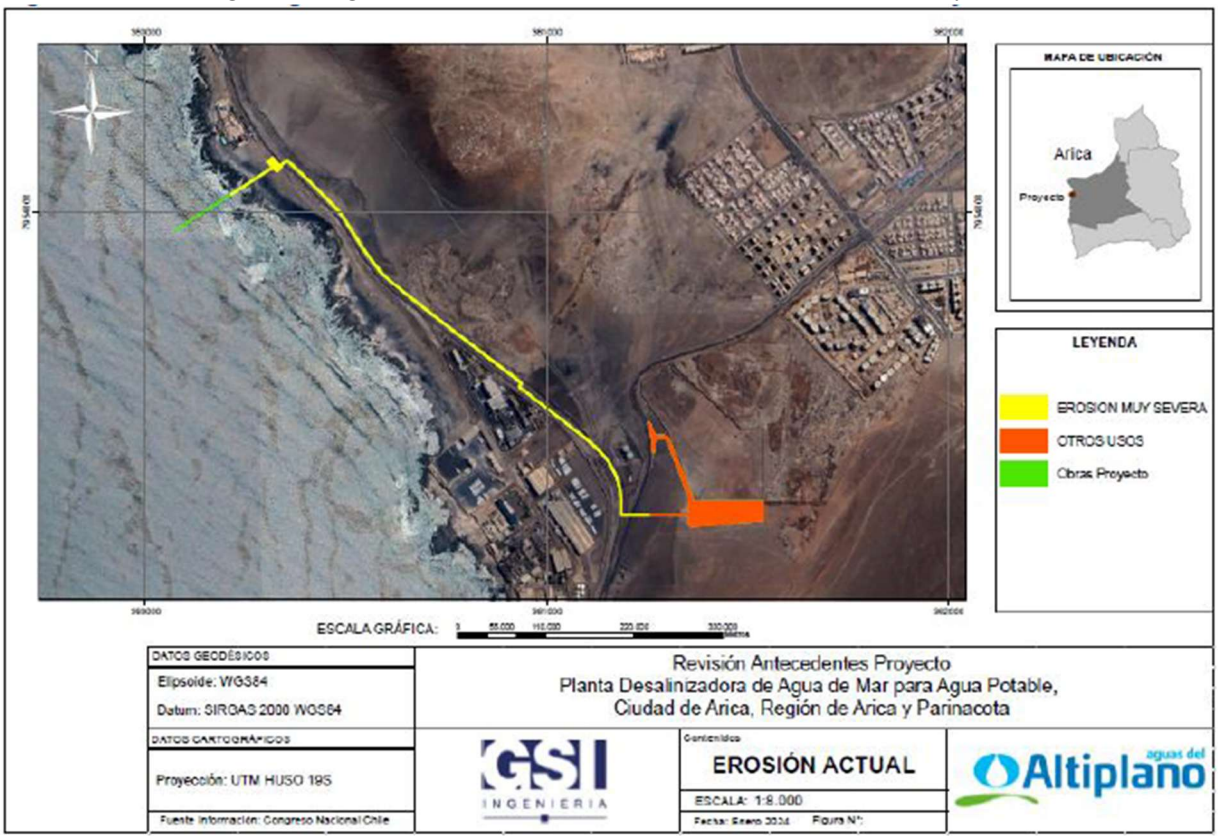
En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para

las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

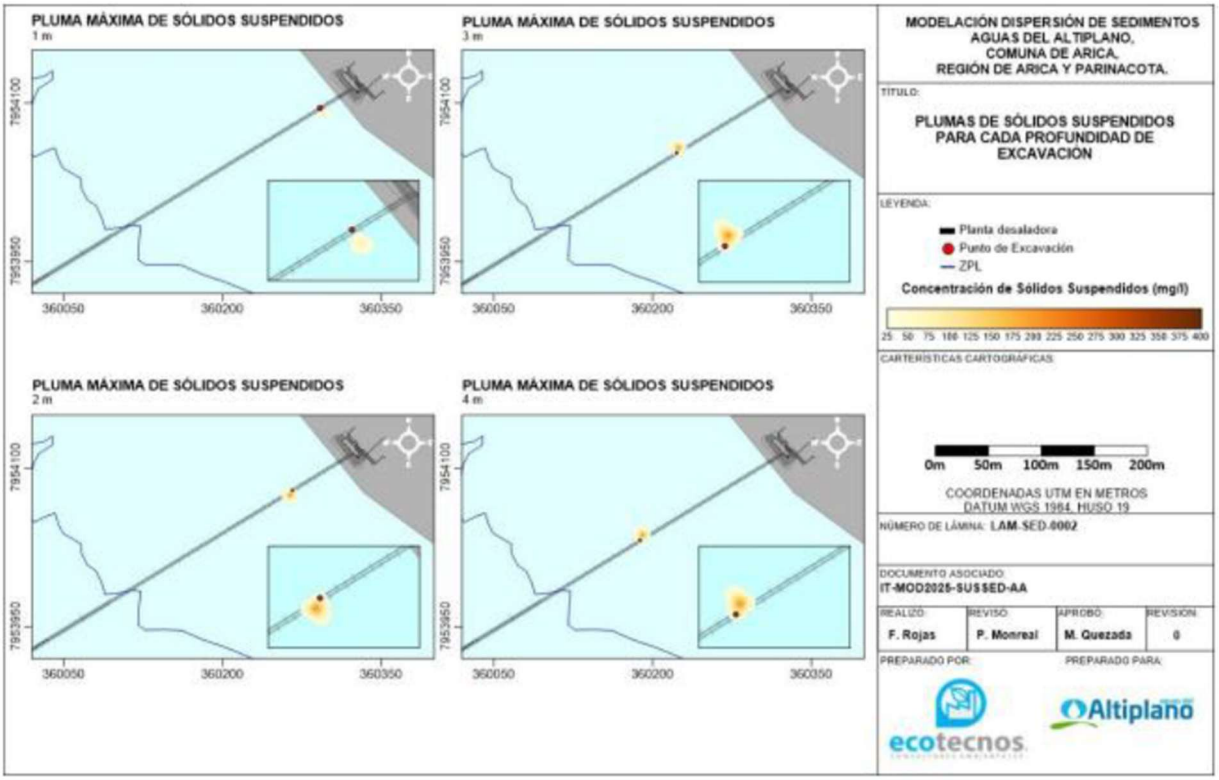
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

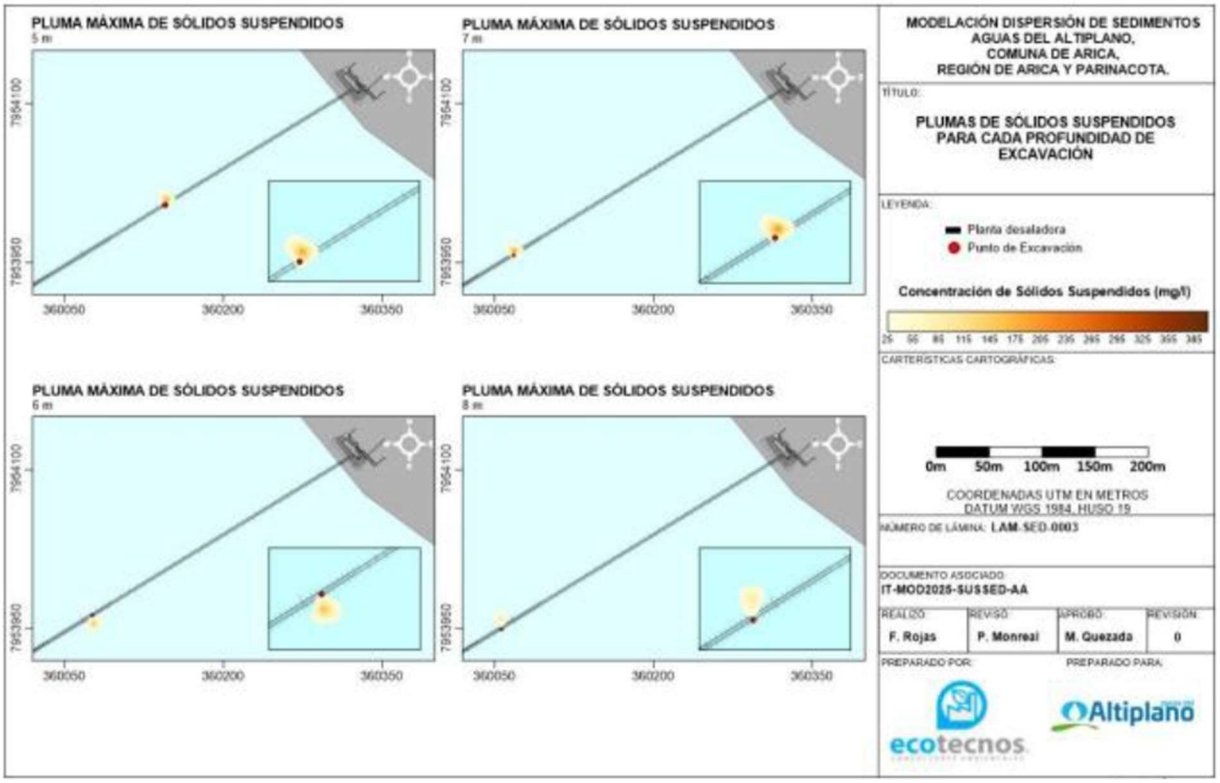
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico14

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

14 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual15

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

34. 29,5 [m] para actividades de perforación;

35. 34,3 [m] para actividades de dragado;

36. 533 [m] para actividades de embarcación;

37. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

38. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

15 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

39. 2 [m] para actividades de perforación;

40. 3 [m] para actividades de dragado;

41. 11 [m] para actividades de embarcación;

42. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

43. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

44. 613,17 [m] para actividades de perforación

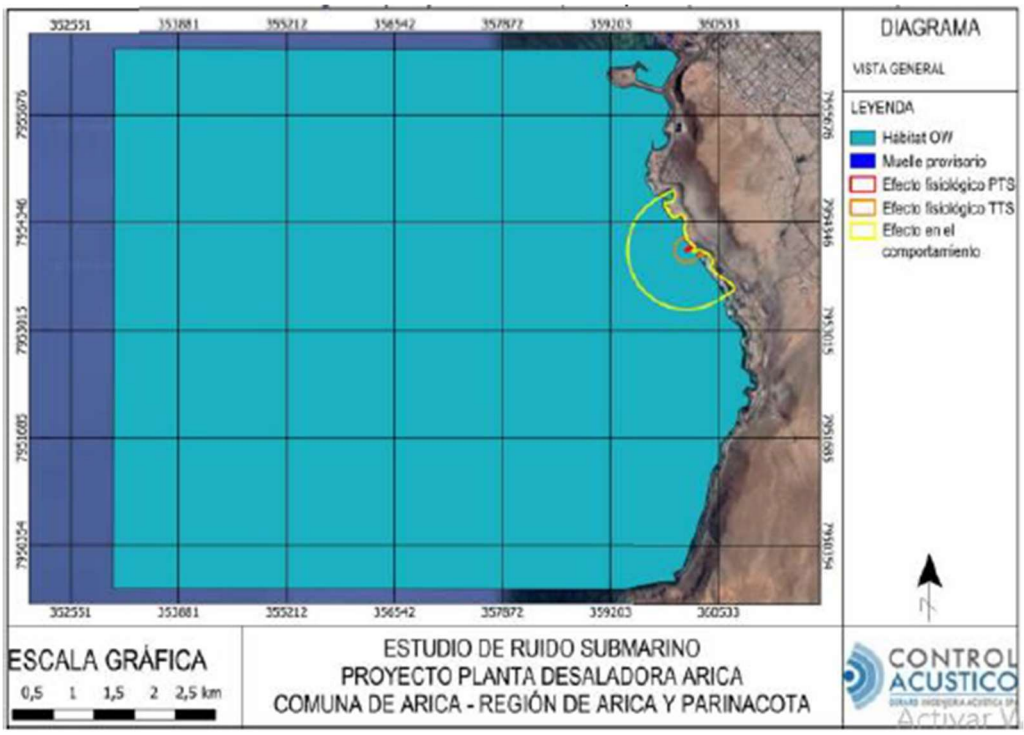
45. 730,36 [m] para actividades de dragado;

46. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

47. 3094 [m] para actividades de tronaduras

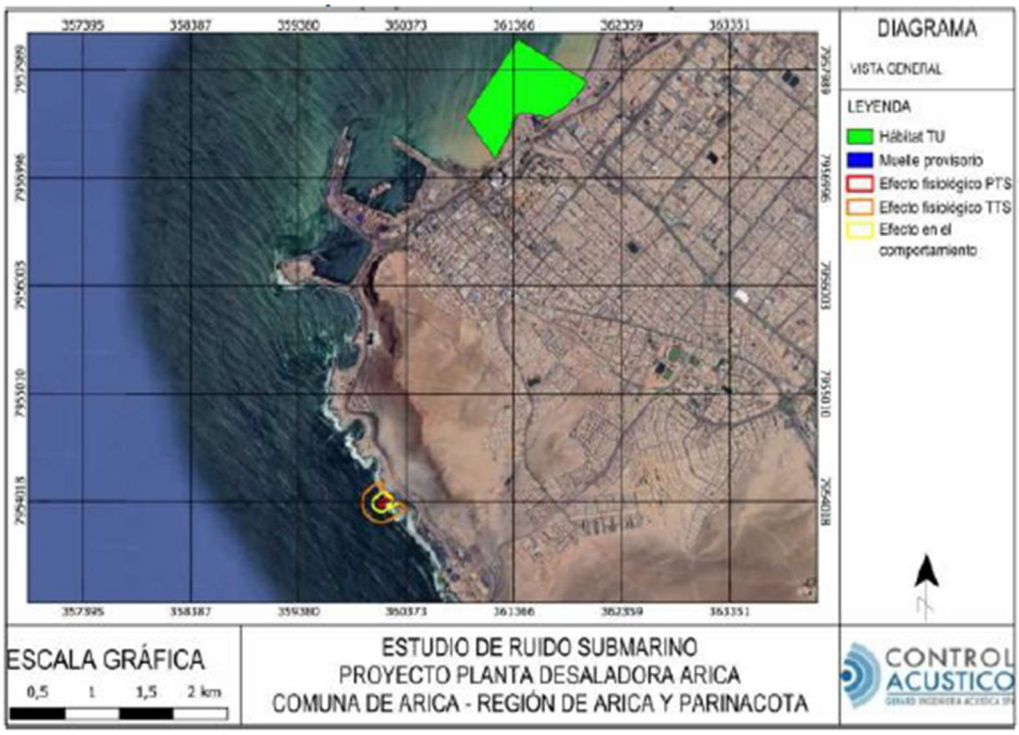
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



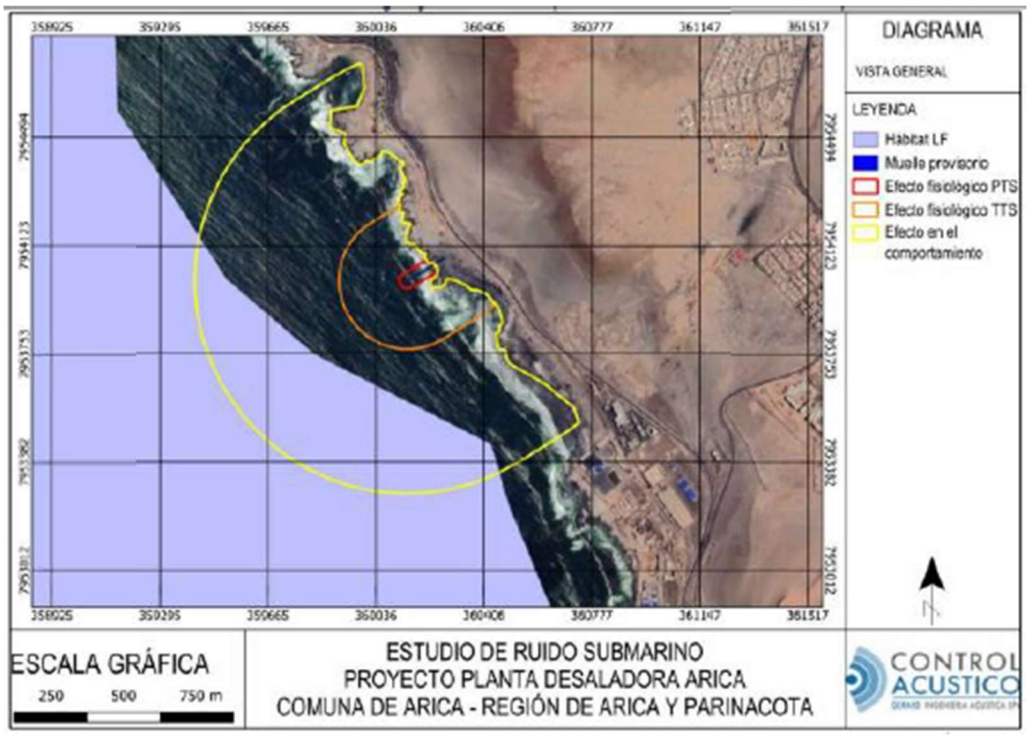
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

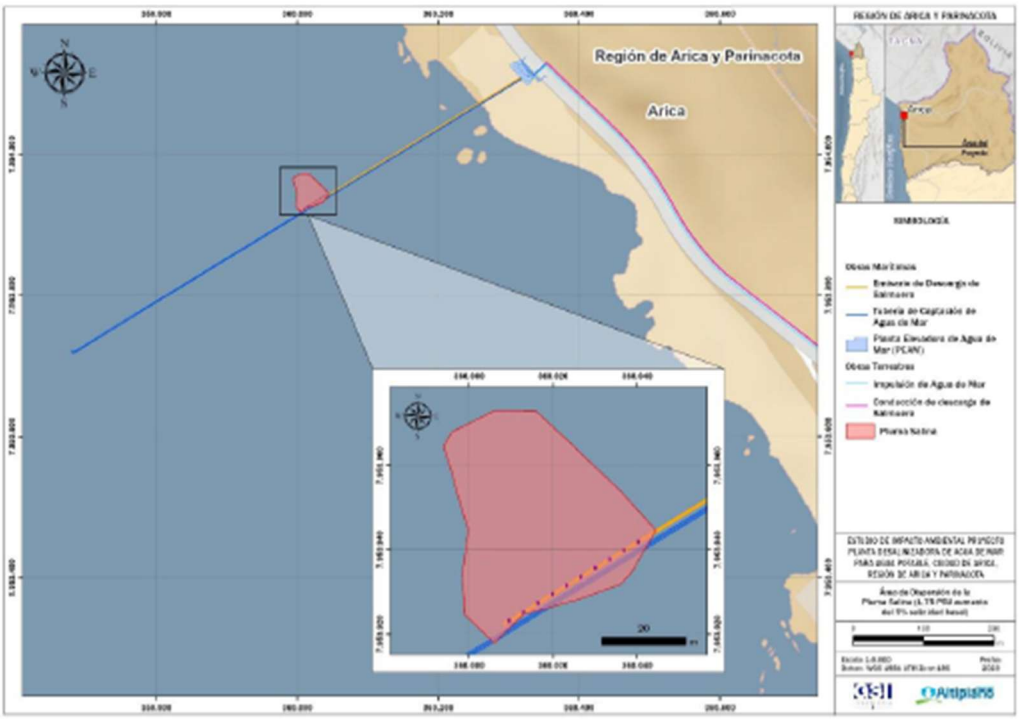
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

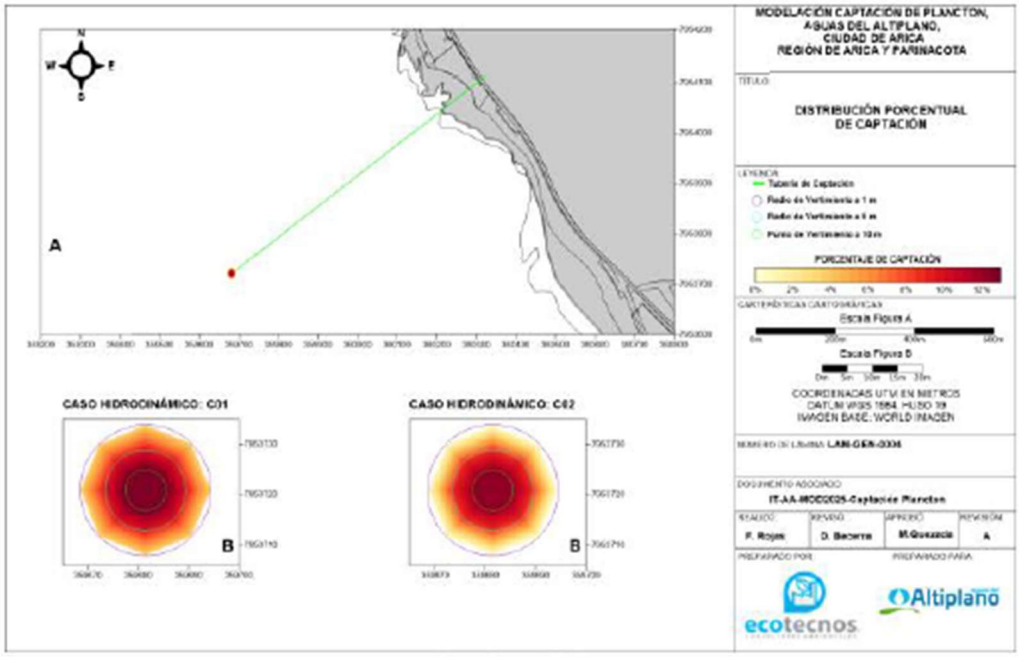
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 59:

Perdida de las playas vivas de arenillas negras, motivo de muerte de las pocas especies que quedan.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde

la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

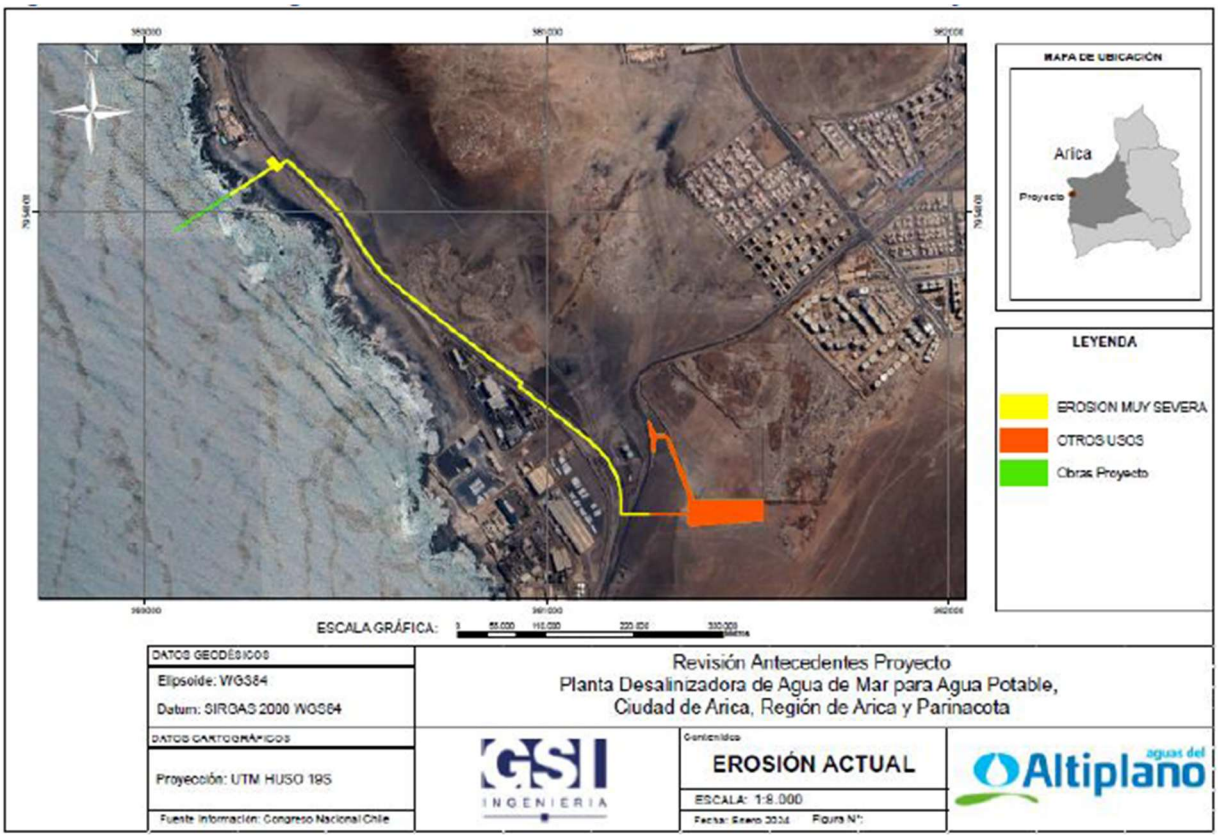
En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el

agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el

mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

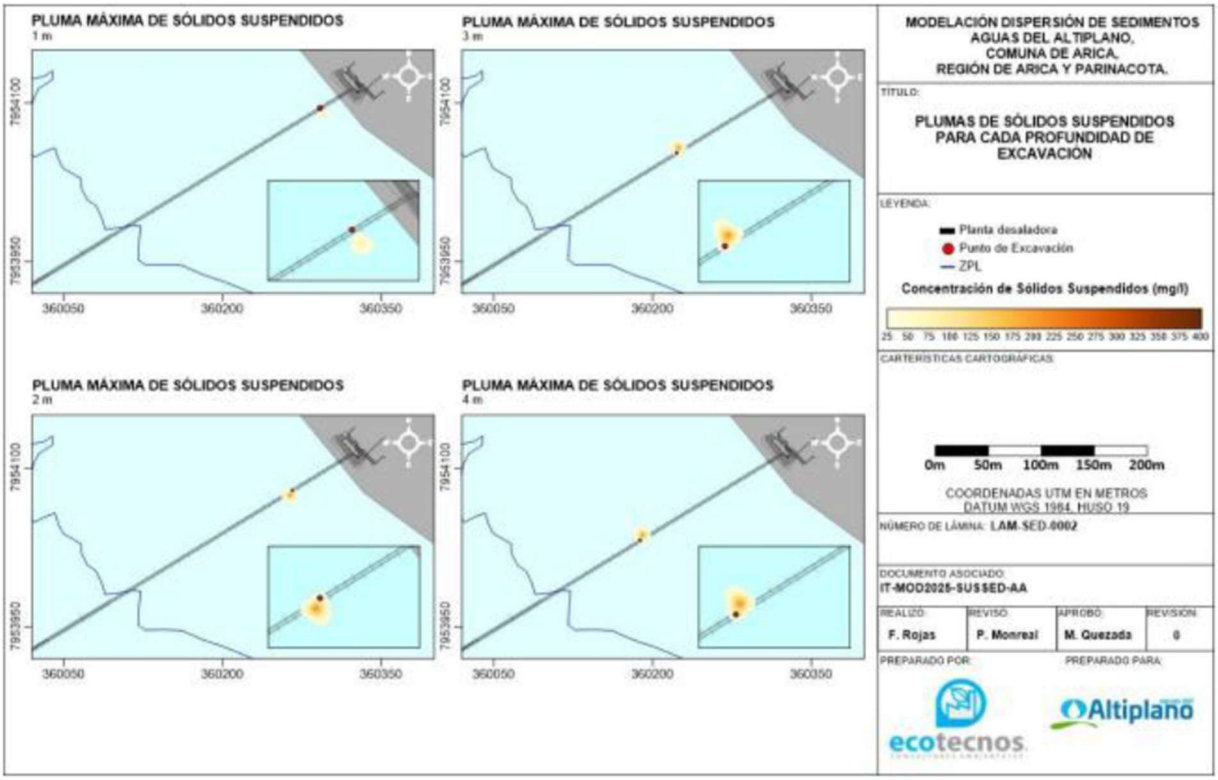
Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de

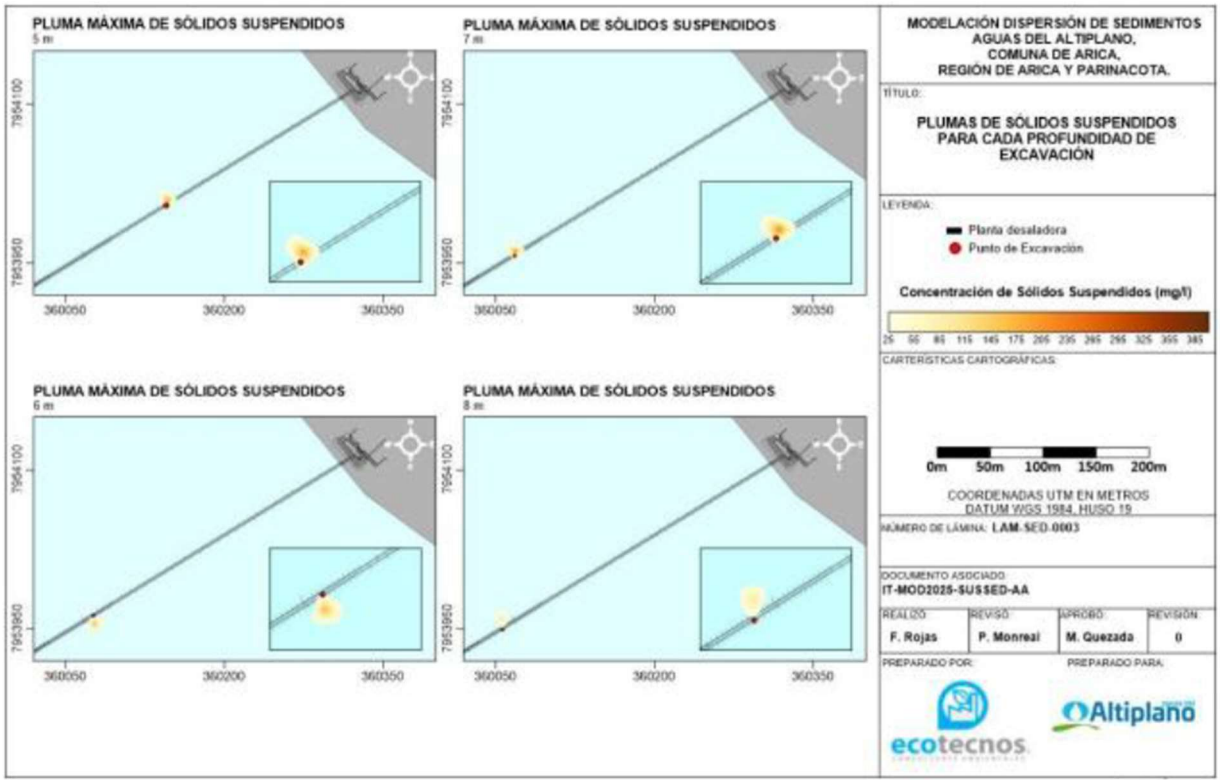
excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

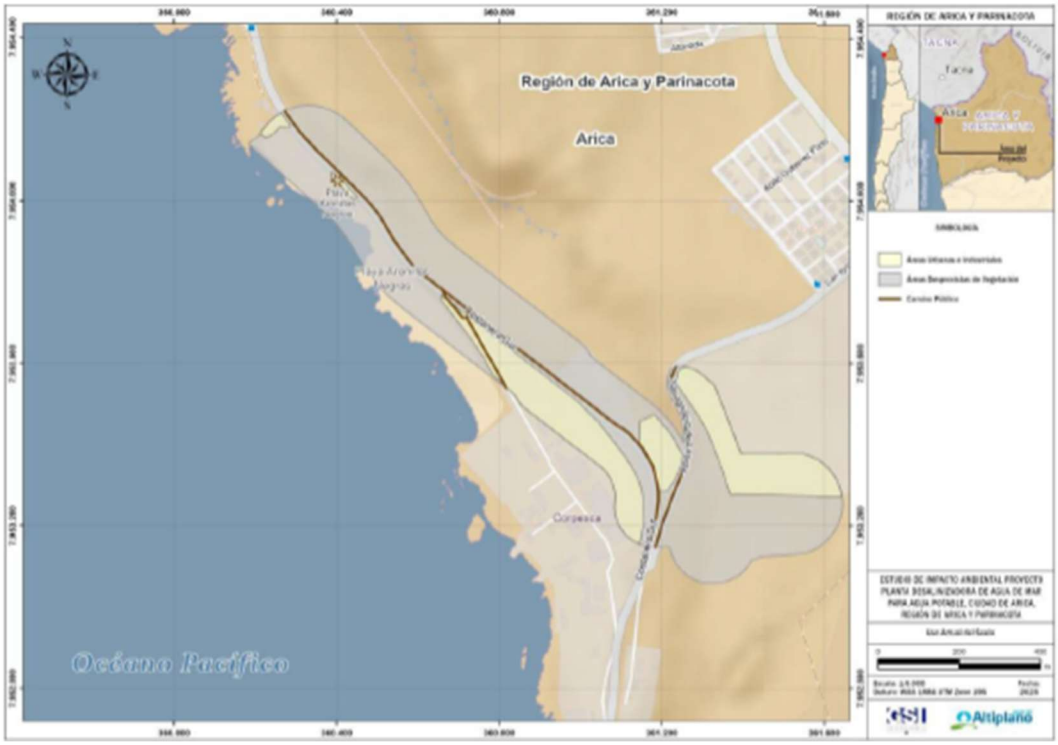
Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico16

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

16 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual17

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

48. 29,5 [m] para actividades de perforación;

49. 34,3 [m] para actividades de dragado;

50. 533 [m] para actividades de embarcación;

51. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

52. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

17 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

53. 2 [m] para actividades de perforación;

54. 3 [m] para actividades de dragado;

55. 11 [m] para actividades de embarcación;

56. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

57. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

58. 613,17 [m] para actividades de perforación

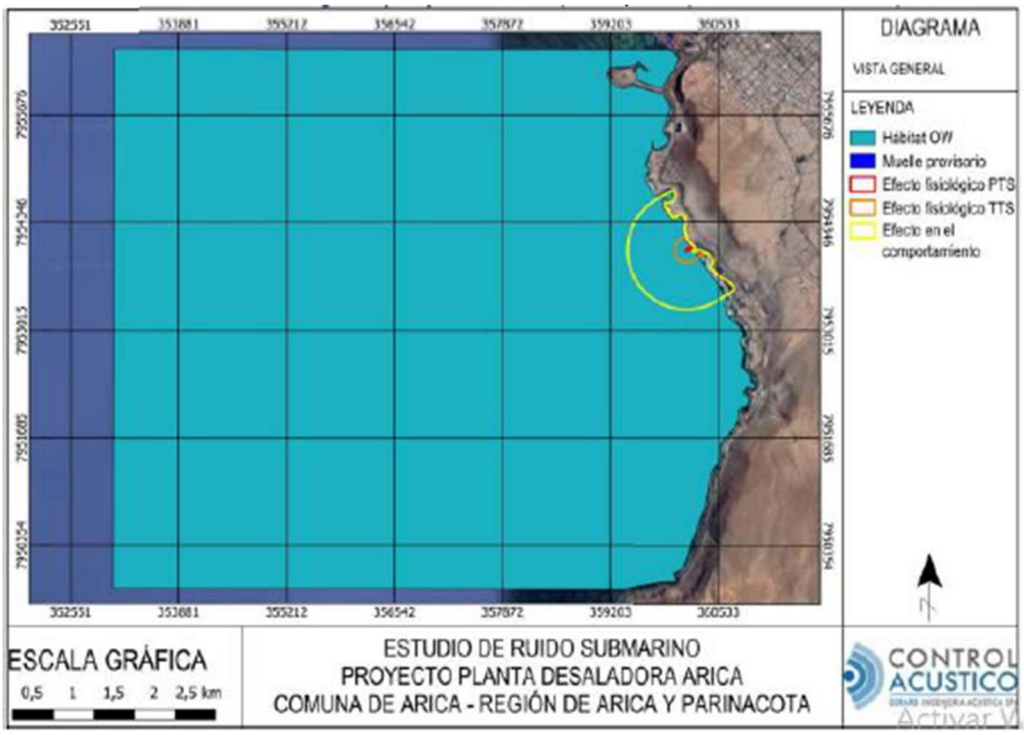
59. 730,36 [m] para actividades de dragado;

60. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

61. 3094 [m] para actividades de tronaduras

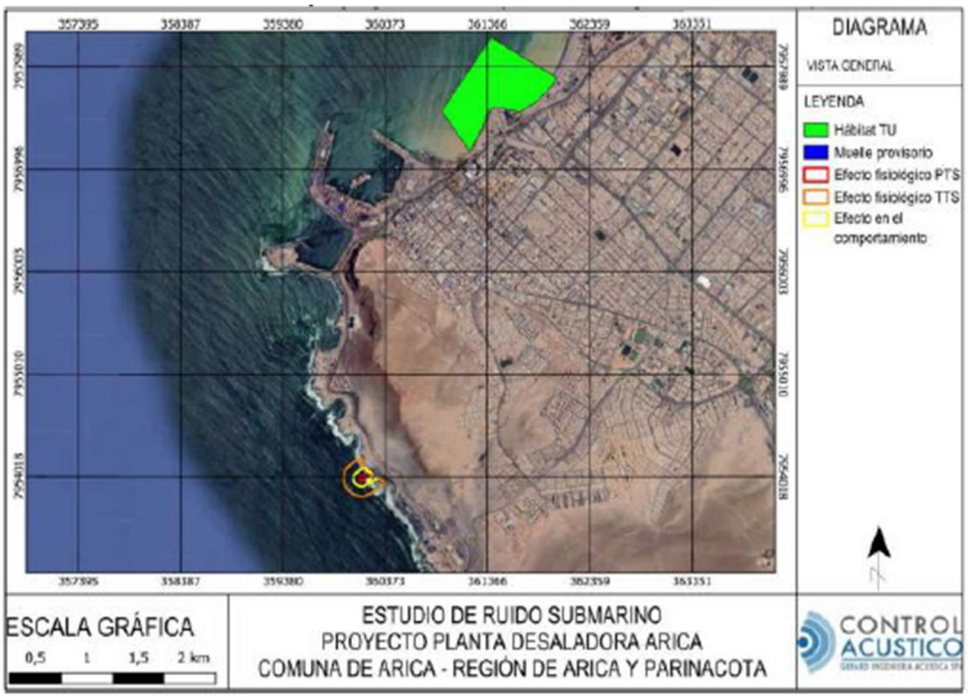
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



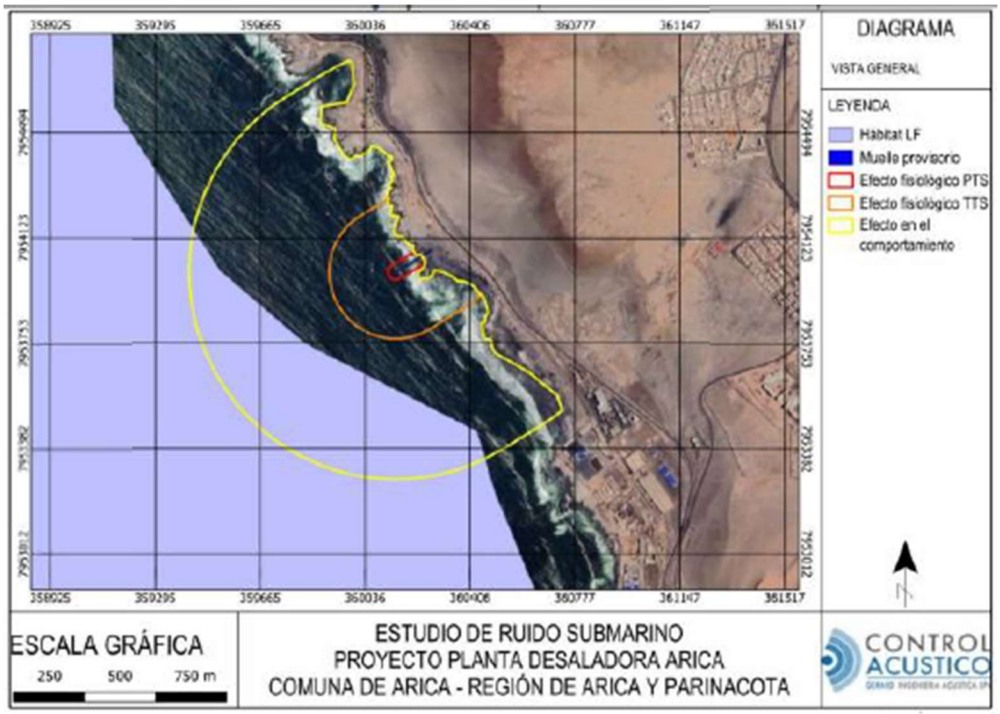
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

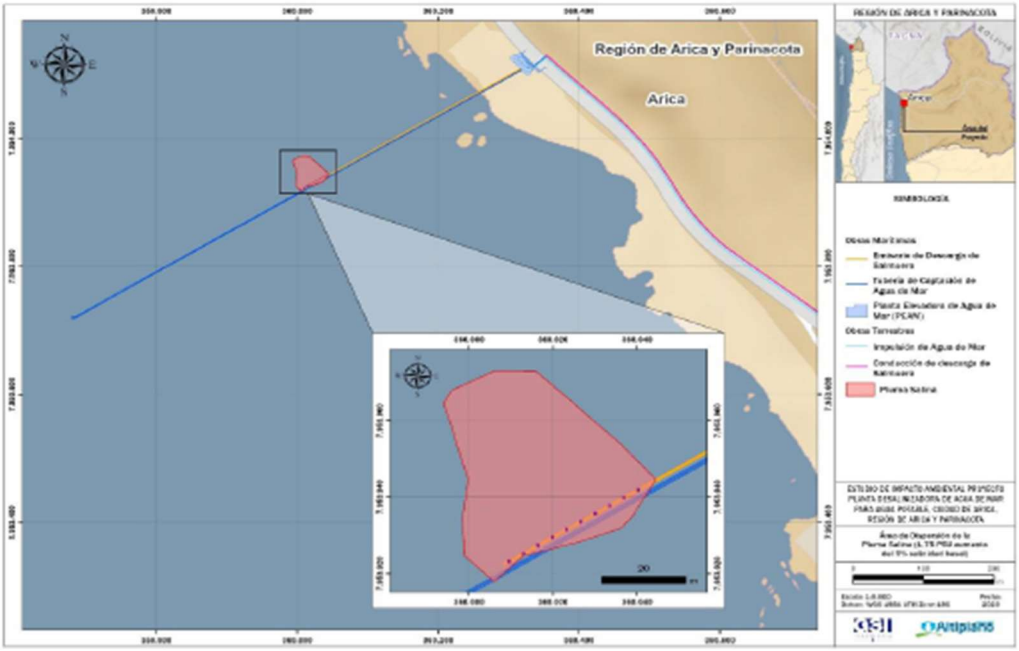
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

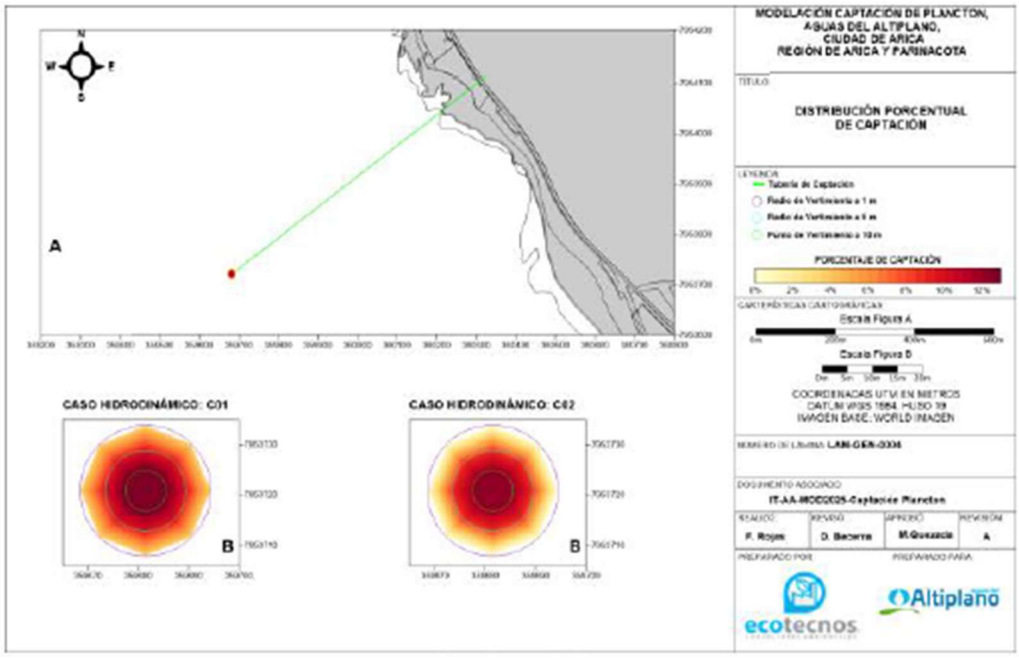
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en el siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 60:

También se perderá el alimento de la ciudadanía y no tendrán productos del mar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que, con la ejecución del Proyecto, la ciudadanía perderá su alimento y dejará de contar con productos del mar. Los antecedentes del expediente permiten responder distinguiendo dos preguntas: si el recurso hidrobiológico del sector se mantiene disponible, y qué ocurre con el acceso de quienes hoy lo extraen.

La Línea de Base de Medio Marino, es decir, la descripción del medio marino en su condición previa al Proyecto, determinó, mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), que el choro zapato (Choromytilus chorus) es el único recurso que constituye banco natural, es decir, el único que presenta en el fondo marino una concentración, continuidad y extensión suficientes según los criterios técnicos de esa autoridad (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244). Durante la construcción, la instalación de la tubería de captación y del emisario submarino, es decir, la tubería instalada bajo el fondo marino que conduce la descarga hacia el mar, genera una pluma de sedimentos suspendidos que se mantiene confinada al entorno inmediato del punto de excavación, con concentraciones siempre inferiores a 400 miligramos por litro (mg/L), y el banco natural se ubica a 44 metros del límite externo de esa pluma (Adenda Complementaria, p.152). En las tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas bajo el agua para fragmentar roca, se utiliza una cortina de burbujas de doble anillo que rodea el banco a tronar, es decir, el sector de roca que se detona, antes, durante y después de cada detonación, dentro de una zona de exclusión de 30 metros, y que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), complementada con un Protocolo de Rescate de Especies Hidrobiológicas (Adenda Complementaria, Anexo Obs. 9.2 Protocolo de Rescate de Especies Hidrobiológicas, pp.12-13).

Durante la operación, la captación de agua de mar y la descarga de salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso, se ubican fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), que corresponde a la franja de mar más cercana a la costa que la normativa resguarda de forma especial (Adenda Complementaria, p.610; Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). En cuanto a los productos químicos, la planta los utiliza en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera está libre de sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56) y de sustancias tóxicas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5), y cumplirá los límites de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma de emisión para las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

En cuanto a la salinidad, la salinidad natural del sector es de entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de esa salinidad natural, de forma estable en los 12 años simulados, entre 2012 y 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y se reduce con la distancia: baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). El 68% de los escenarios evaluados se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6).

Este resultado fue contrastado mediante un estudio de toxicidad aguda y crónica de las aguas de rechazo, elaborado por la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso, que expuso a salinidades crecientes dos organismos marinos representativos: el copépodo Tisbe longicornis, un pequeño crustáceo, y la microalga Isochrysis galbana (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.6-7). La mitad de los copépodos muere con 40,60 psu después de 48 horas de exposición, valor conocido como concentración letal media (LC50), y el crecimiento de la mitad de las microalgas se inhibe con 44,80 psu después de 96 horas, valor conocido como concentración de efecto media (EC50) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.7). Los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor que se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10).

Estos resultados se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la pluma salina, es decir, la zona de agua más salada que se forma en torno a la descarga, en 22 estaciones, junto con la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces, y monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, entre ellos el banco de choro zapato (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica estableció que este plan rige durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y que su frecuencia o sus parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Respecto del acceso de quienes extraen estos recursos, la Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad extractiva: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron 29,27 toneladas de 21 especies en el sector, y los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). El expediente recoge además el testimonio de un dirigente de la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, quien señala que extrae su alimento de este sector y que lo destina también a la venta (Adenda Complementaria, p.160). Durante la fase de operación, el acceso al sector se mantiene libre,

porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal de acceso al mar, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA.

A la luz de estos antecedentes, respecto de la disponibilidad del recurso, el choro zapato es el único banco natural identificado, se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos de la construcción y será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, y las tronaduras submarinas cuentan con cortina de burbujas y protocolo de rescate. En la operación, la captación y la descarga se ubican fuera de la ZPL, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas. El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso baja al 5% a 2,13 metros de la descarga y los efectos adversos sobre los organismos ensayados comienzan a partir de 40,54 psu, por sobre la salinidad que genera la descarga, lo que se verifica mediante un Plan de Vigilancia Ambiental que incluye el monitoreo de los peces y de los bancos naturales y que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la operación. Respecto del acceso, durante la operación se mantiene libre, y la restricción temporal de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje.

Observación N° 61:

Afectará rotundamente el turismo por la contaminación que dejará esta planta. Se perderá una entrada de dineros por tal hecho, de turistas. Solución, ellos tienen dinero y pueden hacerlo fuera de Arica en la línea de la Concordia, no cambiaría dinero por comida. No me gustaría tener esta desalinizadora en Arica, donde esta la mano del hombre hay daño.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación plantea tres ideas: primero, que la contaminación de la planta afectaría al turismo y a los ingresos que este genera; segundo, una propuesta de solución, consistente en que el Proyecto se ubique fuera de Arica, en el sector de la Línea de la Concordia; y tercero, una posición general de rechazo al Proyecto, fundada en que, donde existe intervención humana, existe daño. Para responder, se explica primero qué descarga el Proyecto al mar, incluidos los productos químicos que utiliza la planta, cómo se comporta esa descarga y cómo se controla; luego, cómo se evaluó el turismo; y, finalmente, la propuesta de ubicar el Proyecto en la Línea de la Concordia y la posición de rechazo al Proyecto.

La planta capta agua de mar a través de una torre submarina ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). En la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa el agua pasa por un pretratamiento, por la osmosis inversa, que separa el agua dulce de la sal haciendo pasar el agua a presión a través de membranas, y por un postratamiento. El resultado es agua desalada y un remanente de agua de mar con mayor concentración de sal, que es la salmuera.

Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Las aguas de lavado de

las membranas y de los filtros pasan por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78). El expediente declara, sobre esta descarga, que mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y que está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). La salmuera cumplirá, además, los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

La salmuera se descarga de forma continua durante la operación: el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, tiene 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de difusores (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), donde ocho difusores, es decir, pequeñas salidas por donde se libera la salmuera, se distribuyen espaciados cada 4 metros (Adenda Complementaria, p.804). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79).

Al salir por los difusores, la salmuera se mezcla con el agua de mar y forma una pluma salina, es decir, una zona de mayor salinidad que disminuye al alejarse del punto de descarga. La salinidad natural del mar en el sector, medida en terreno, es de entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). En el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y en el 68% de los escenarios evaluados el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es “detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del

Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Ante un eventual derrame rige, además, el Plan de Emergencias y Contingencias, que contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de los residuos líquidos para el cumplimiento de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga, el mantenimiento preventivo del emisario submarino y la capacitación periódica o semestral del personal, con la detención de la Planta de Osmosis Inversa por orden del Jefe de Emergencia ante un derrame de mayor magnitud, hasta establecer su causa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52).

En cuanto al turismo, el expediente evalúa el componente ambiental "Valor Turístico", es decir, si el Proyecto altera zonas con valor turístico o restringe el acceso a ellas, e identifica como atractivos turísticos cercanos al área del Proyecto a playa La Lisera y las olas El Cacho, Arenillas Negras y El Rancio (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222). Los efectos identificados sobre este componente corresponden a las obras de la fase de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Sección 3.3.2.7, p.3.94). Durante esa fase, la intervención que se mantiene en la playa a lo largo de las obras es la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar, es decir, el recinto temporal donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, que ocupa un sector acotado y se reduce progresivamente a medida que avanzan las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28).

En cuanto a la propuesta de ubicar el Proyecto fuera de Arica, en la Línea de la Concordia, el expediente define que el Proyecto busca "utilizar agua de mar para desalinizarla y posibilitar su potabilización, ofreciendo una alternativa al suministro actual de agua potable" de la ciudad de Arica, y que permitirá aportar una infraestructura adicional al servicio de producción de agua potable de la ciudad (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.3). El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental evalúa el proyecto tal como es presentado por su Titular, en el emplazamiento propuesto, por lo que la comparación con otras ubicaciones queda fuera de su alcance.

Sobre la posición de rechazo al Proyecto, la decisión sobre su calificación ambiental, es decir, su aprobación o rechazo, la adopta la Comisión de calificación sobre la base del Informe Consolidado de Evaluación, y los planteamientos de esta observación forman parte de los antecedentes que se ponen a su disposición.

A partir de lo expuesto, la descarga del Proyecto al mar es la salmuera: los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, cumplirá los límites de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000 y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL. El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso baja al 5% a 2,13 metros de la descarga y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa, lo que se verifica mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigido durante toda la operación, respaldado por un Plan de Emergencias y Contingencias. Para el turismo, los efectos identificados sobre el componente Valor Turístico corresponden a la construcción,

con una instalación de faenas que ocupa un sector acotado de la playa y se reduce a medida que avanzan las obras. Respecto de la ubicación, el objetivo del Proyecto es ofrecer una alternativa al suministro actual de agua potable de la ciudad de Arica, y la evaluación se refiere al Proyecto en su emplazamiento propuesto.

31. Observante: Sindicato Independiente de Buzos Asistentes y Pescadores Artesanales de Orilla "Hombres y Mujeres de Mar"

Observación N° 62:

La instalación de la planta desalinizadora provocara emisión de gases producto del proceso de osmosis inversa, Cloruro de sodio, Magnesio, Cloruro Potásico, sodio posfosforado, cesio, rubidio. La Osmosis inversa no elimina los "gases".

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta, se informa que el Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), no reconoce que los efectos, características y circunstancias de sus partes y obras y acciones no generan impactos significativos en torno a la calidad de aire y emisiones atmosféricas.

En este contexto, y como se observa en la letra a) del numeral 2.3.1 del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, de acuerdo a las modelaciones realizadas para calidad del aire (emisiones atmosféricas), en la fase de construcción, se puede indicar que se cumple satisfactoriamente con los criterios establecidos en las normas primarias nacionales atingentes en este aspecto. Por lo cual no se proyecta afectación a la salud de la población.

Metodológicamente, para evaluar el impacto de las emisiones de material particulado y gases invernadero, derivados de la construcción y operación del Proyecto, se realizó una modelación de la calidad del aire con el modelo WRF-CALPUFF, el cual corresponde al recomendado por la "Guía para el Uso de modelos de calidad del aire en el SEIA (SEA 2023)". El estudio en detalle de esta modelación se presenta en el Anexo 5.1 Modelación Calidad del Aire.

Para esta modelación de calidad del aire se consideró un total de 10 receptores sensibles, ubicación que se expone en el siguiente cuadro.

Tabla: Ubicación de receptores sensibles considerados para la modelación de calidad del aire.

Identificación	Coordenadas UTM	
	Este (m)	Norte (m)
R1	360.257	7.954.166
R2	361.209	7.953.342
R3	361.694	7.953.879
R4	360.163	7.954.355
R5	360.351	7.954.052
R6	360.495	7.953.815
R7	360.685	7.953.616
R8	361.295	7.953.443
R9	361.239	7.953.867
R12 (Punto de referencia ante futuras viviendas)	361.546	7.953.282

Fuente: Cuadro N° 2.1, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En específico los límites normativos primarios que fueron considerados en la modelación son los indicados en el siguiente cuadro. Las normas de calidad primarias, son aquellas normas de calidad ambiental que tienen como objetivo proteger la salud de la población humana dentro del territorio nacional.

Tabla: Normativas primarias consideradas en la modelación de calidad del aire

Medio físico	Parámetro	Estadístico	Valor	Referencia
Calidad del aire (normativa primaria)	MP_{10}	Promedio del periodo	50 µg/m³N	D.S. N°12/22 MMA
		Percentil 98 Diario	130 µg/m³N	D.S. N°12/22 MMA
	$MP_{2,5}$	Promedio del periodo	20 µg/m³N	D.S. N°12/11 MMA
		Percentil 98 Diario	50 µg/m³N	D.S. N°12/11 MMA
	SO_2	Promedio del periodo	60 µg/m³N	D.S. N°104/18 MMA
		Percentil 99 Diario	150 µg/m³N	D.S. N°104/18 MMA
		Percentil 98,5 Horario	350 µg/m³N	D.S. N°104/18 MMA
	NO_2	Promedio del periodo	100 µg/m³N	D.S. N°114/02 MINSEGPRES
		Percentil 99 Horario	400 µg/m³N	D.S. N°114/02 MINSEGPRES
	CO	Percentil 99 8 horas	10.000 µg/m³N	D.S. N°115/02 MINSEGPRES
		Percentil 99 Horario	30.000 µg/m³N	D.S. N°115/02 MINSEGPRES

Fuente: Cuadro N° 2.2, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Definiendo las actividades que generarán emisiones atmosféricas durante esta fase, entre las cuales se encuentran: Camino Pavimentado, Camino No Pavimentado, Excavaciones y Movimientos de Tierra, Tronaduras, Transferencia de Material, Combustión de Maquinaria, Combustión Interna Vehículos Pesados y Dispersión por Acopio de Material.

En razón a lo anterior, se identificó el impacto denominado "*Alteración de la Calidad del Aire por emisiones atmosféricas de material particulado"*, no obstante, se indica que no será significativo, debido a la siguiente justificación.

En primer lugar, se indica que, para caracterizar la línea de base de calidad del aire en el área del Proyecto, se consideraron las mediciones de material particulado (MP2.5), obtenidas de la estación Arica desde el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Dado que esta estación solo mide el material particulado (MP2.5), este parámetro es el único considerado en la línea de base.

Bajo este contexto, en el siguiente Cuadro se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de la concentración de material particulado MP2,5, durante la fase de construcción del proyecto. Estos datos han sido recopilados en puntos de interés cercanos a las actividades relacionadas con la construcción, como la captación de agua de mar, la planta elevadora de agua de mar (PEAM), caminos de acceso y la planta de tratamiento de osmosis inversa (PTOI).

En el siguiente cuadro se presentan las concentraciones de MP2.5 para las obras de Captación, PEAM e impulsión, camino a la PTOI y la PTOI. También se destaca en negrita el receptor de interés con mayores aportes de concentración de MP2.5. Del cuadro se puede obtener que se cumple la norma primaria de MP2.5 en todos los receptores y en cada parte de las obras de construcción, tanto para el límite de media anual como diario.

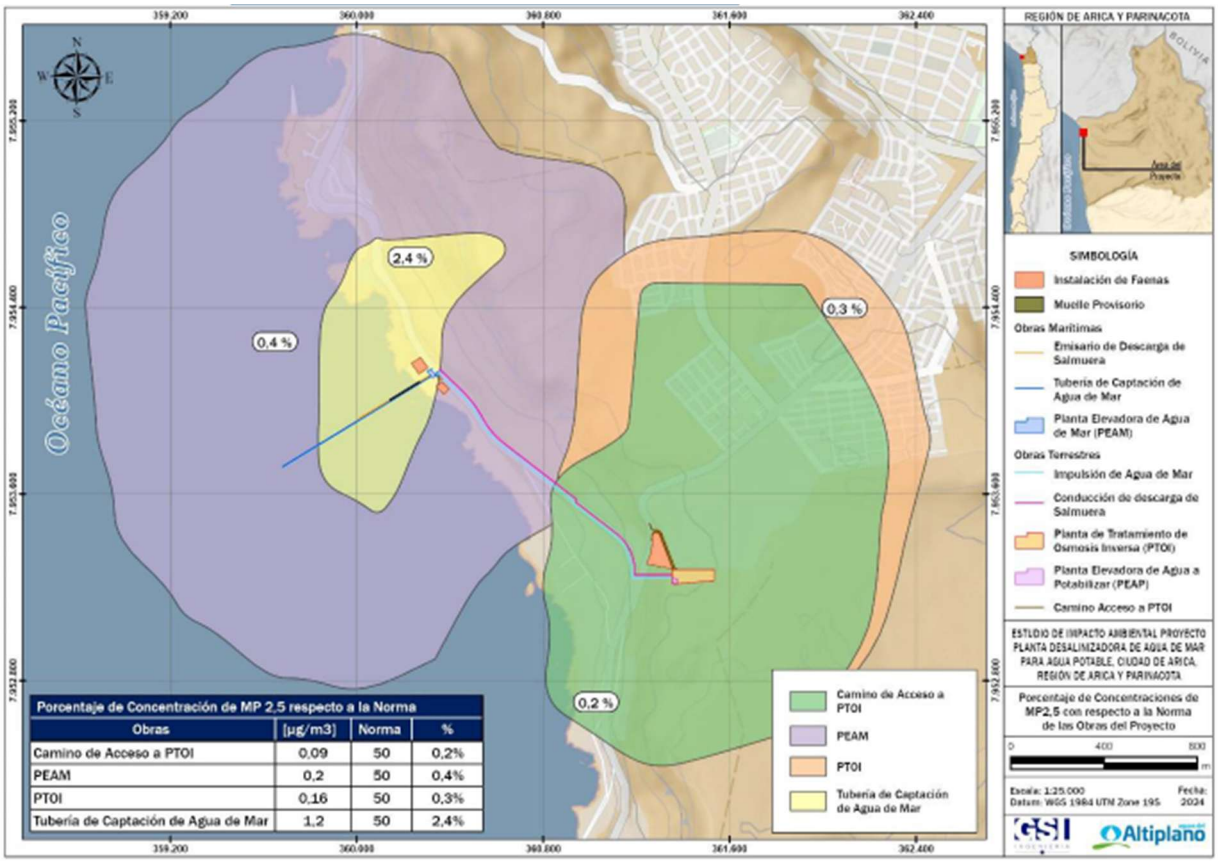
Tabla: Resultados por punto de interés, junto con el porcentaje de cumplimiento correspondiente – Fase de Construcción.

Punto de Interés	Captación		PEAM – Impulsión-Descarga		Camino de Acceso		PTOI	
	$MP_{2,5}$ µg/m³		$MP_{2,5}$ µg/m³		$MP_{2,5}$ µg/m³		$MP_{2,5}$ µg/m³	
	Primaria		Primaria		Primaria		Primaria	
	Media Anual	P98 Diario	Media Anual	P98 Diario	Media Anual	P98 Diario	Media Anual	P98 Diario
Norma	**20**	**50**	**20**	**50**	**20**	**50**	**20**	**50**
R1	**0,65**	**2,09**	0,32	1,48	0,01	0,04	0,02	0,1
R2	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,15	0,3	0,12	0,41
R3	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,03	0,14	**0,07**	**0,42**
R4	0,27	0,78	0,06	0,3	0,01	0,03	0,01	0,08
R5	0,1	1,12	**0,2**	**2,6**	0,01	0,04	0,02	0,1
R6	0,03	0,28	0,02	0,21	0,01	0,05	0,02	0,1
R7	0,01	0,1	0,01	0,09	0,01	0,05	0,02	0,09
R8	<0,01	0,02	<0,01	0,02	**0,17**	**0,39**	0,1	0,38
R9	<0,01	0,05	<0,01	0,06	0,02	0,09	0,04	0,21
R12	0,4	0,9	0,02	0,07	0,09	0,18	0,08	0,3

Fuente: Cuadro N° 2.3, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Igualmente, se presenta la Figura donde se indica el área máxima de propagación de MP 2,5 y su respectivo porcentaje, la cual cumple con creces los límites normativos.

Figura: Porcentaje de concentraciones de MP2,5 con respecto a los límites normativos por cada obra del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.1, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Como se puede observar, en el Cuadro y Figura anterior, los resultados muestran que, durante la fase de construcción, las concentraciones de MP 2.5 obtenidas en los diferentes puntos de interés se encuentran significativamente por debajo del límite establecido por la normativa ambiental primaria, lo que indica un cumplimiento satisfactorio en cuanto a la concentración de este contaminante durante esta etapa del proyecto.

Todo lo anterior es aplicable al análisis de calidad del aire para MP10 y gases de efecto invernadero, ya que, al igual que en el caso del MP 2.5, se cumple la normativa vigente al no representar emisiones significativas ni una dispersión relevante al medio.

Bajo este contexto, con el fin de mantener la situación modelada se pretende implementar las siguientes consideraciones para el abatimiento y control de las emisiones atmosféricas, en la fase de construcción:

1. Circulación de los vehículos a una velocidad máxima de 40 km/hora.

2. Los camiones encargados del transporte cumplirán con las disposiciones que establece el Artículo 2° del D.S. N° 75/1987 "*Establece condiciones para el Transporte de Cargas que indica*" del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. El cual establece que "en las zonas urbanas, el transporte de materiales que produzcan polvo, tales como escombros, cemento, yeso, etc. deberá efectuarse siempre cubriendo total y eficazmente los materiales con lonas o plásticos de dimensiones adecuadas, u otro sistema, que impida su dispersión al aire".

3. Se verificará que todos los vehículos involucrados en el Proyecto cuenten con su revisión técnica al día.

4. En el sector del ingreso a faena se habilitarán protecciones laterales, o cortavientos, que retengan el material particulado. Tendrán una altura no inferior a los 1,8 metros, siendo éstas de un material adecuado para evitar la propagación de las emisiones; serán instaladas en el perímetro de cada frente de trabajo.

5. Adicionalmente, en los frentes de trabajo se prohibirá toda quema de materiales o residuos sólidos.

Por otro lado, es fundamental resaltar que en el análisis realizado no se consideraron en el inventario ni se modelaron los forzantes climáticos de vida corta, ya que el proyecto no contempla fuentes de emisión de este tipo de gases en ninguna de sus fases. Por ejemplo, el metano suele ser generado por industrias energéticas, agrícolas o por rellenos sanitarios, aspectos que no están involucrados en las actividades del proyecto. Asimismo, el proyecto no involucra procesos que impliquen una combustión incompleta de hidrocarburos en cantidades significativas, lo que evitaría la producción de carbono negro. En cuanto al ozono troposférico (O3), su generación está relacionada con ciertos procesos industriales, los cuales no forman parte de las operaciones de este Proyecto. Además, dado que no se utilizan refrigerantes en ninguno de los procesos del proyecto, no se generan emisiones de hidrofluorocarbonos (HFCs).

En la fase de operación no se generan emisiones atmosféricas significativas a la atmosfera, ya que no habrá una fuente de emisión continua ni fugitivas. A continuación, se presenta el cuadro con los resultados de la modelación de aire para esta fase en cada punto de interés, junto con los porcentajes de los aportes de los contaminantes, con respecto a la norma de legislación de calidad de aire.

Tabla: Resultados por punto de interés, junto con el porcentaje de cumplimiento correspondiente – Fase de Operación.

Punto de Interés	Aporte proyecto $MP_{2,5}$ µg/m³ Primaria		Análisis normativo $MP_{2,5}$ µg/m³ Primaria	
	Media Anual	P98 Diario	Media Anual	P98 Diario
Norma	20	50	20	50
R1	<0,01	0,01	0,02%	0,02%
R2	0,01	0,03	0,06%	0,05%
R3	0,03	0,05	0,13%	0,09%
R4	0,01	0,02	0,04%	0,05%
R5	0,01	0,02	0,03%	0,03%
R6	0,01	0,02	0,03%	0,03%
R7	0,01	0,02	0,04%	0,04%
R8	**0,03**	**0,06**	0,16%	0,13%
R9	0,01	0,02	0,03%	0,03%
R10	<0,01	<0,01	<0,01%	<0,01%
R11	<0,01	<0,01	<0,01%	<0,01%
R12	<0,01	0,01	0,01%	0,02%

Fuente: Figura N° 2.1, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Como se puede observar, los resultados de la evaluación de la concentración de material particulado MP2,5, durante la fase de operación del Proyecto, muestran que los puntos de interés con mayores aportes de concentración para material particulado MP2,5 obtenidos del Proyecto son los que se ubican en las cercanías de sus inmediaciones, correspondiendo a R8, con un aporte de 0,06 µg/m3 para MP2.5 Percentil 98 Diario. Esto indica un alto grado de cumplimiento con respecto a la normativa establecida para este contaminante, lo que sugiere que la planta no emite significativamente material particulado MP 2,5 durante la fase de operación.

Considerando lo presentado anteriormente, se descartan los impactos significativos de la componente aire, por lo cual en vista del artículo 5 del Decreto 40/2012 Reglamento SEIA, no existiría riesgo a la salud de la población asociado a la calidad aire en ambas fases, ya que si bien en la fase de construcción existe un aumento en el material particulado, este no sobrepasará la norma vigente de emisiones atmosféricas, no existiendo un aumento significativo de emisiones de gases invernadero ni registros de emisiones de gases forzantes climáticos de vida corta para la faena constructiva descrita.

Por otra parte, durante la fase de operación tampoco existiría aumento de material particulado ni gases de efecto invernadero. Es importante señalar para conocimiento de la comunidad, que no se tiene registro que la operación de plantas de ósmosis inversas emita gases forzantes climáticos de vida corta.

Observación N° 63:

La contaminación acústica provocara daños irreparables a las faunas del sector y en consecuencia al ser humano que habita en el perímetro, esta contaminación afecta directamente a las aves del sector, gaviotas, pelicanos, etc.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En la fase de construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto "Efecto adverso sobre los mamíferos marinos", tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing, Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts"*, elaborado por la NMFS *(National Marine Fisheries Service*, del NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*, en revisión en el documento técnico *"Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects",* de acuerdo a lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria, que presenta una actualización del estudio de ruido submarino.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017)".*

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de centímetros en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos en caso de tronaduras es de 73 metros.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales, siendo de 1.051 metros para tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos de 3.094 metros para actividades de tronaduras.

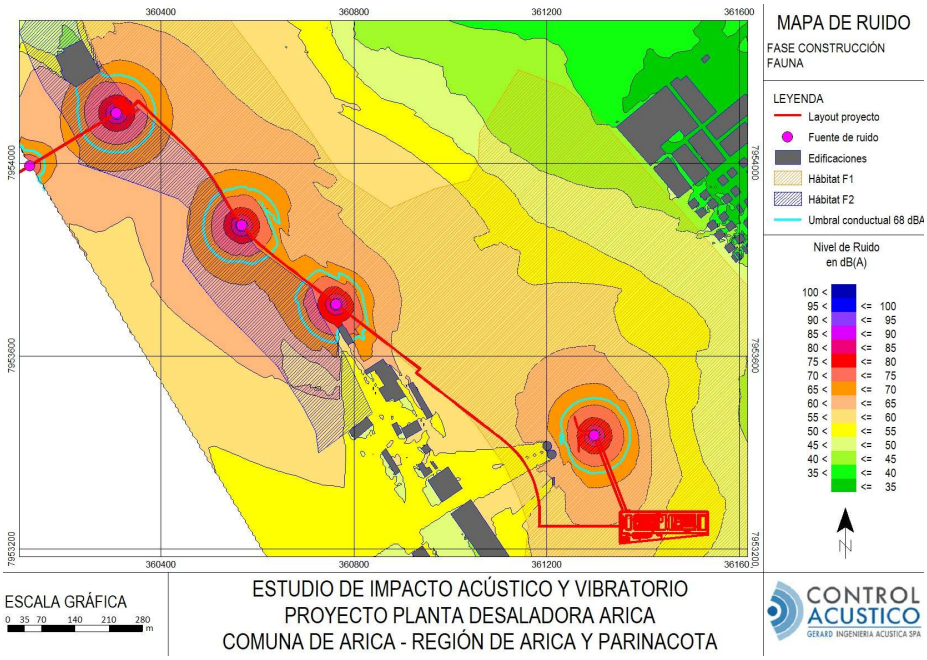
Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios. Este considera las medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos.

Respecto a la contaminación acústica en avifauna, en el Anexo 1.6 de la Adenda Complementaria se realiza un estudio respecto del ruido y vibraciones. Para el calculo de la afectación, se utilizaron los siguientes umbrales:

6. 58 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente continua (ruido ambiental).
7. 68 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente Intermitente (ruido construcción, transporte).
8. 93 [dB(A)] máximo, para efectos de tipo fisiológico (desplazamiento temporal de umbral auditivo), con un tipo de fuente de impulsos múltiples (construcción, martillo neumático, por ejemplo) y transporte.

Considerando la propagación sonora, la Figura a continuación presenta un mapa de la propagación en escala [dB(A)] durante la fase de construcción.

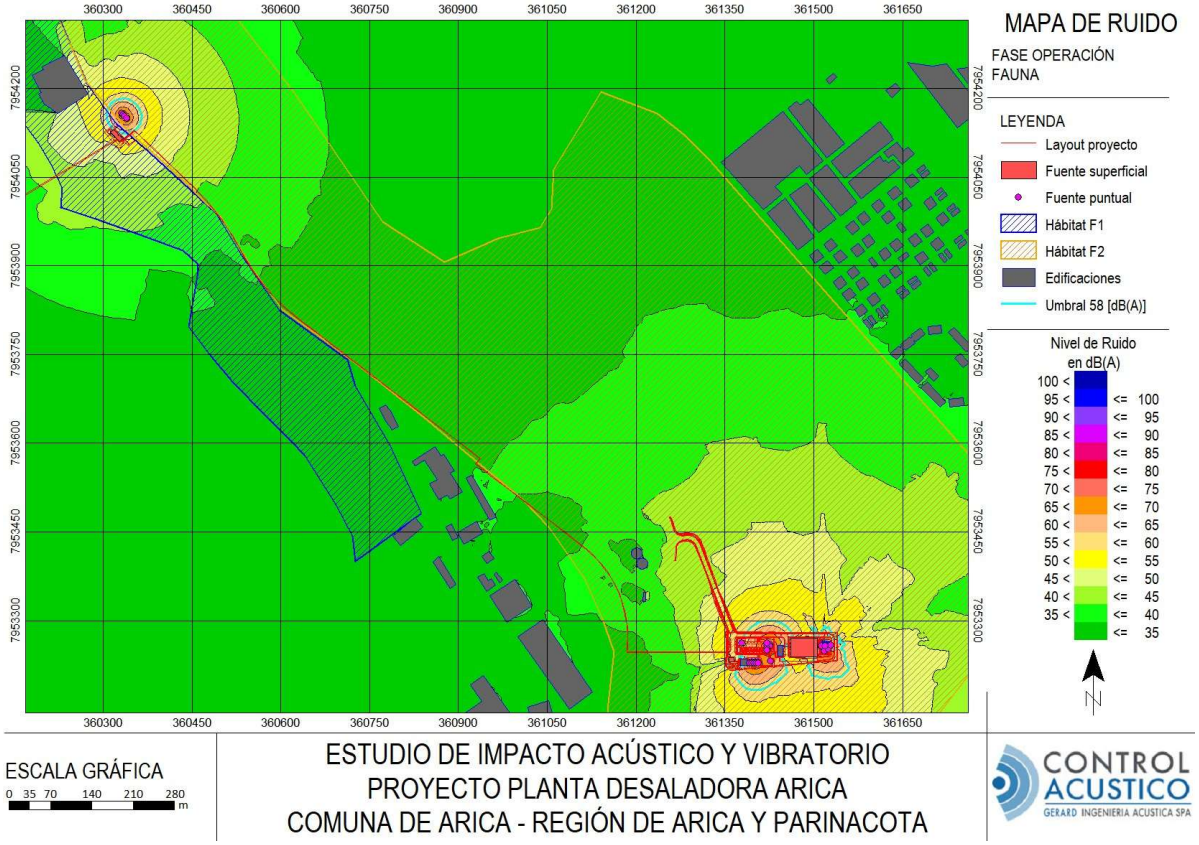
Figura. Mapa de la propagación en escala [dB(A)] durante la fase de construcción.



Fuente: Ilustración 19, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Por otra parte, la siguiente Figura presenta mapas de propagación sonora asociados a la fase de operación para ruido en fauna, detallado para efecto conductual y fisiológico.

Figura. Mapa de propagación sonora en escala [dB(A)] en fase de operación



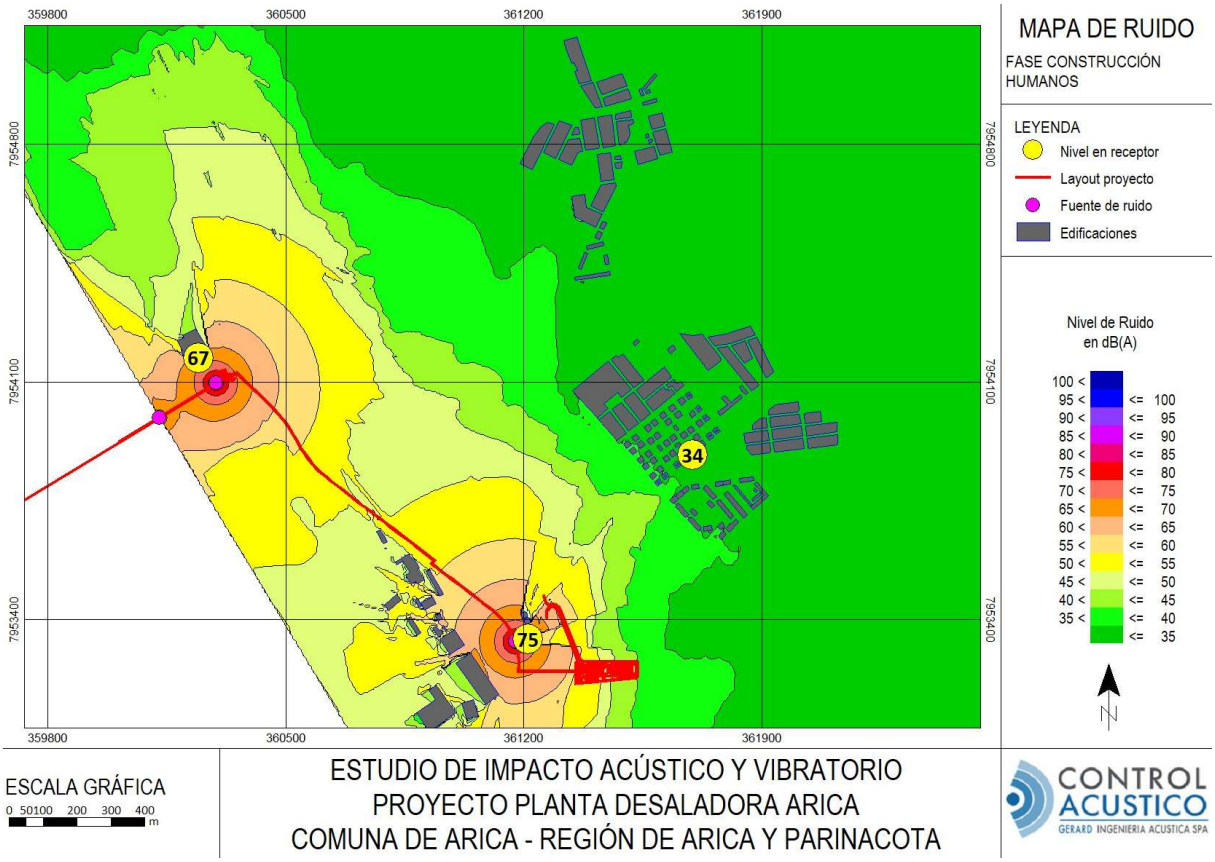
Fuente: Figura 23, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

En conclusión, para la evaluación en los receptores de fauna, los niveles de presión acústica obtenidos para todas las fases fueron evaluados de acuerdo a los máximos permitidos dados por el Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (SEA, 2022), verificando incumplimiento en la fase de construcción en los sitios de interés de fauna estudiados. No obstante, estos sitios son sitios de análisis conservador y no corresponden a hábitats de relevancia para fauna nativa. No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el

cual deberá implementarse durante la fase de construcción. El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible.

Respecto a la contaminación acústica en humanos, en el Anexo 1.6 de la Adenda Complementaria se presentan los resultados de la modelación de ruido. En este sentido, en el numeral 7.2 se presenta la modelación de ruido. Los resultados se entregan mediante mapas de propagación sonora cuya coloración está referida a una altura de 1,5 [m] del suelo y tablas de valores.

Figura. Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] en fase construcción – humanos



Fuente: Ilustración 17, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Tabla. Evaluación preliminar de cumplimiento D.S. N°38/11 del MMA en fase construcción, periodo diurno

Punto	Piso	NPSeq modelado [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Evaluación
1	1	67	70	No supera
	2	67	70	No supera
	3	67	70	No supera

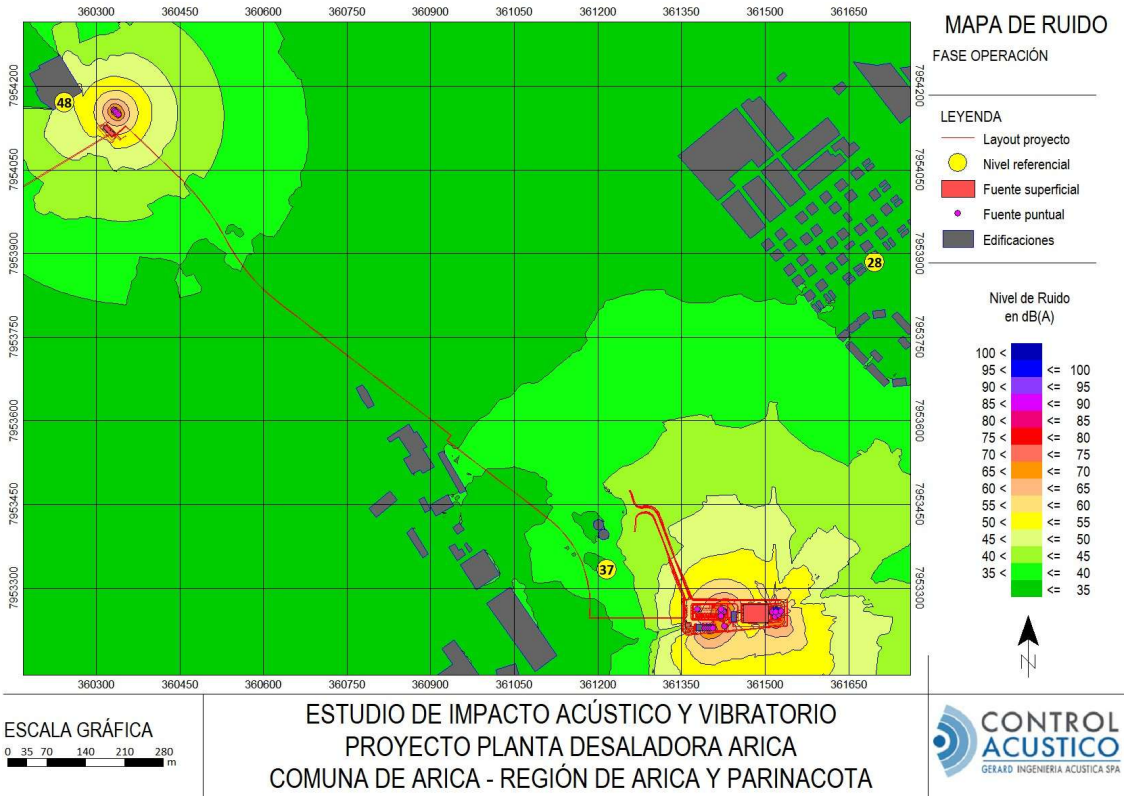
Punto	Piso	NPSeq modelado [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Evaluación
	4	67	70	No supera
2	1	75	65	Supera en 10 [dB]
3	1	31	65	No supera
	2	32	65	No supera
	3	34	65	No supera
	4	34	65	No supera

Fuente: Tabla 45, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

De la tabla anterior se observa que el punto 2 supera de forma preliminar los máximos permitidos por el D.S. N° 38/2011 del MMA en 10 [dB], por lo que se incorporan medidas de control de ruido.

En la fase de operación, por otra parte, las emisiones esperadas para la fase de operación no superan los máximos que establece el D.S. N° 38/11 del MMA, como se presenta en la Figura y Tabla a continuación.

Figura. Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] en fase de operación



Fuente: Ilustración 21, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Tabla. Evaluación de cumplimiento D.S. N°38/11 del MMA en fase de operación

Punto	Piso	NPSeq modelado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	46	70	No supera	70	No supera
	2	48	70	No supera	70	No supera
	3	48	70	No supera	70	No supera
	4	48	70	No supera	70	No supera
2	1	37	65	No supera	50	No supera
3	1	22	65	No supera	50	No supera
	2	24	65	No supera	50	No supera
	3	27	65	No supera	50	No supera
	4	28	65	No supera	50	No supera

Fuente: Tabla 47, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

En conclusión, el Titular caracteriza las emisiones de ruido a fauna marina, silvestre u humanos, tomando las medidas necesarias para dar cumplimiento a la norma.

Observación N° 64:

El impacto de combustión daña el litoral costero de oxígeno en el agua, H2O.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Observación N° 65:

Aumento de la temperatura en el mar provocando daños a la vida acuática flora y fauna.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En respuesta a la consulta de la ciudadanía, según los estudios de línea base del Proyecto en torno a emisiones contaminantes y cambio climático, el proyecto no reconoce un impacto significativo en torno a temas relacionados a aumento de temperatura en el mar debido a los efectos, características y circunstancias de las obras partes y acciones del proyecto.

En este sentido, dentro de los impactos que reconoce para los ecosistemas litorales y matinos no se relacionan a lo consultado, sino mas bien a temas de salinidad.

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas*

desalinizadoras en el SEIA" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

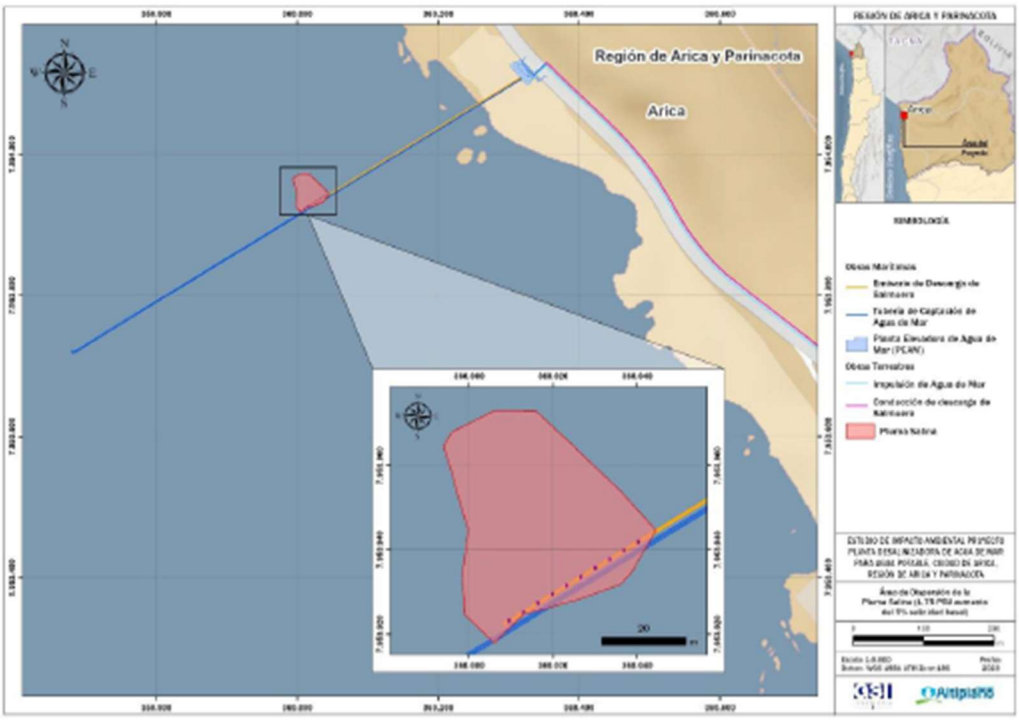
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Observación N° 66:

Gasto enérgico Oneroso.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la energía y el cambio climático, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Entendemos la preocupación respecto del consumo energético asociado al funcionamiento de la planta desalinizadora. Al respecto, el Proyecto contempla una demanda eléctrica estimada de aproximadamente 1.000 kVA durante su operación normal (véase secciones 1.5.7.2 y 1.6.7.2 de "Energía eléctrica",

Capitulo 1 del EIA). Este valor corresponde a la potencia aparente requerida por las instalaciones y no debe confundirse con el consumo energético acumulado.

El principal requerimiento energético de la planta se encuentra asociado a los procesos de captación e impulsión de agua de mar y, especialmente, al funcionamiento de las bombas de alta presión necesarias para el proceso de ósmosis inversa. A ello se suma la energía requerida para el pretratamiento, postratamiento, automatización, control y demás servicios auxiliares de las instalaciones. Por esta razón, el consumo energético efectivo dependerá del caudal de agua producido y del régimen de operación de la planta.

Para dimensionar este requerimiento desde una perspectiva doméstica, se ha señalado que la energía necesaria para desalinizar una cantidad de agua equivalente al consumo diario de una familia de cuatro personas sería similar a la requerida para mantener en funcionamiento un refrigerador de bajo consumo. Esta comparación tiene por objeto entregar una referencia comprensible de la magnitud del consumo asociado al proceso de desalación y no constituye una equivalencia directa respecto del consumo eléctrico o del costo que asumirá cada familia.

El abastecimiento eléctrico de la planta se realizará mediante empalmes a la red existente, que forma parte del Sistema Eléctrico Nacional, de acuerdo con los certificados de factibilidad eléctrica presentados para el Proyecto. No se contempla una fuente propia permanente de generación como mecanismo principal de abastecimiento. Durante la fase de construcción se consideran conexiones provisorias y, para determinadas actividades puntuales, podrán utilizarse equipos complementarios. Asimismo, se contempla una capacidad de respaldo de 250 kVA para situaciones de emergencia.

La evaluación ambiental también consideró las emisiones asociadas al consumo energético durante las fases de construcción y operación en el análisis de cambio climático. De acuerdo con los antecedentes presentados, estas emisiones se mantienen dentro de los escenarios evaluados y son comparativamente acotadas respecto de proyectos similares (véase Anexos Obs. 1.3 y 1.4; y Anexo 1.6 Consideraciones del Cambio Climático del EIA). Sin perjuicio de ello, el Proyecto deberá mantener una operación eficiente de sus equipos y cumplir las condiciones técnicas y ambientales aplicables a su conexión y funcionamiento.

En consecuencia, si bien la desalación mediante ósmosis inversa requiere energía, la demanda estimada del Proyecto ha sido incorporada en su diseño y evaluación ambiental. La demanda normal prevista es de aproximadamente 1.000 kVA, abastecida principalmente desde la red eléctrica existente, mientras que el consumo energético efectivo estará determinado por el volumen de agua producido, las condiciones de operación y la eficiencia de los equipos utilizados.

Observación N° 67:

El litoral – la playa, es de uso público, código civil artículo 589, constitución articulo n19, numeral 23, Ley 19300 articulo 10.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos jurídicos asociados a la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Al respecto, es importante aclarar que la evaluación ambiental del Proyecto no modifica el carácter de bien nacional de uso público de la playa y del mar adyacente, ni constituye por sí misma una autorización para privatizar o cerrar estos espacios. La ejecución de las obras deberá respetar la normativa aplicable y contar, además, con los permisos y títulos sectoriales que correspondan.

1. Normativa aplicable sobre el uso público del litoral

La observación hace referencia a distintos cuerpos normativos que resulta importante precisar:

9. **Código Civil, Artículo 589[18]:** Establece que se llaman bienes nacionales aquellos cuyo dominio pertenece a la Nación toda y que, cuando su uso pertenece a todos los habitantes de la Nación, corresponden a bienes nacionales de uso público. Entre ellos se encuentran el mar adyacente y sus playas. En consecuencia, el desarrollo del Proyecto no modifica el carácter público de estos bienes.

10. **Constitución Política de Chile, Artículo 19, Numeral 8[19]:** La referencia al derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación corresponde al artículo 19 N° 8 de la Constitución. Esta disposición establece dicho derecho y el deber del Estado de velar para que no sea afectado y de tutelar la preservación de la naturaleza.

11. **Constitución Política de Chile, Artículo 19, Numeral 23:** El artículo 19 N° 23 no regula el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, sino la libertad para adquirir el dominio de toda clase de bienes, estableciendo excepciones respecto de aquellos que la naturaleza ha hecho comunes a todos o que deban pertenecer a la Nación toda y la ley así lo declare. Por ello, ambas garantías deben distinguirse al analizar el carácter público del borde costero y la protección ambiental del área.

18 Disponible en: https://bcn.cl/2fenf.

19 Disponible en: https://bcn.cl/2eph2.

12. **Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo 1020:** El artículo 10 identifica los proyectos o actividades que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Sin embargo, el ingreso y eventual aprobación ambiental de un proyecto no otorgan dominio sobre bienes nacionales de uso público ni reemplazan las concesiones, autorizaciones o permisos sectoriales necesarios para ejecutar las obras.

2. El Proyecto de la Planta Desalinizadora y el uso público del litoral

El Proyecto reconoce el carácter de bien nacional de uso público de la playa y del mar adyacente. La eventual obtención de una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable permitiría calificar ambientalmente el Proyecto en los términos evaluados, pero no autorizaría por sí sola la privatización o cierre de Playa Arenillas Negras.

Intervención temporal y acotada:

1. Durante la fase de construcción se contempla una intervención superficial aproximada de 1.119 m², equivalente al 2,8 % de la superficie del sector de Playa Arenillas Negras considerado, durante un período aproximado de 23 meses.

2. El área restante, correspondiente aproximadamente al 97,2 %, se mantendría disponible, sin perjuicio de las restricciones temporales que deban implementarse por razones de seguridad durante las faenas.

3. Las zonas de trabajo deberán contar con cercos, señalización y las medidas de seguridad correspondientes.

4. Finalizadas las obras, las conducciones quedarán soterradas y deberá restituirse la superficie intervenida, mientras que las obras de captación y descarga operarán principalmente de manera submarina.

No se privatiza el espacio:

5. La evaluación ambiental del Proyecto no modifica el carácter público de la playa, el mar adyacente, el fondo marino ni la columna de agua.

6. La concesión marítima u otro título sectorial que corresponda tampoco transfiere el dominio de estos bienes, sino que habilita un uso particular, delimitado y sujeto a las condiciones y fiscalización establecidas por la autoridad competente.

7. La ocupación temporal asociada a la construcción no exime al Titular de adoptar medidas para mantener las condiciones de acceso y seguridad y coordinar adecuadamente las faenas con los distintos usuarios del borde costero.

20 Disponible en: https://bcn.cl/wFJpWF.

Cumplimiento de la normativa ambiental y sectorial:

8. La evaluación ambiental no sustituye ni anticipa los pronunciamientos que corresponden a los órganos sectoriales competentes.

9. La ocupación de playa, fondo de mar o porciones de agua deberá contar con el correspondiente título marítimo y demás autorizaciones aplicables.

10. Las obras asociadas a la descarga de agua de rechazo deberán acreditar el cumplimiento de las exigencias correspondientes al PAS 115.

11. El seguimiento asociado a recursos hidrobiológicos se vincula, según corresponda, con el PAS 119.

12. Cualquier modificación futura de las obras, caudales o configuración del sistema de descarga que pueda alterar las condiciones ambientalmente evaluadas deberá analizarse conforme a la normativa aplicable y al SEIA antes de su implementación.

3. Participación comunitaria y seguimiento

Para resguardar la adecuada relación del Proyecto con los usuarios del borde costero y verificar las condiciones previstas durante la evaluación, se contemplan medidas de seguimiento, información y coordinación.

13. Se considera seguimiento ambiental para verificar las condiciones del área intervenida y los componentes ambientales asociados al Proyecto.

14. Deberán registrarse y gestionarse las eventuales interferencias con los usos existentes del borde costero.

15. Se deberá mantener coordinación con los usuarios y organizaciones vinculadas al sector, incluyendo actividades pesqueras, recreativas y deportivas.

16. Durante la construcción deberán mantenerse medidas de señalización, seguridad y delimitación de las faenas, junto con la posterior restitución de las superficies intervenidas.

17. La información ambiental del Proyecto y los resultados del seguimiento deberán encontrarse disponibles de acuerdo con los mecanismos establecidos en la evaluación y la normativa aplicable.

En consecuencia, el Proyecto reconoce que Playa Arenillas Negras y el mar adyacente mantienen su carácter de bienes nacionales de uso público. La intervención superficial prevista durante la construcción es temporal y acotada, estimándose en aproximadamente 1.119 m², equivalentes al 2,8 % del sector considerado, tras lo cual se contempla la restitución de la superficie y el soterramiento de las conducciones. La evaluación ambiental y una eventual RCA favorable no constituyen títulos de dominio ni autorizan por sí mismas la privatización de la playa. La ejecución y operación de las obras deberán

contar con las concesiones, permisos y autorizaciones sectoriales correspondientes, además de cumplir las medidas ambientales, de seguridad, acceso, coordinación y seguimiento establecidas para el Proyecto.

32. Observante: Manuel Segundo Alvarez Camus

Observación N° 68:

Impacto al ecosistema: El fitoplancton pequeño vegetal marino, que sirve de alimento al zooplancton y este a su ve a la anchoveta, es muy sensible a cambios, la anchoveta es el alimento de corinas, jurel, caballas, lenguados, etc, su desplazamiento en nuestra zona, por lo general, proviene desde el Perú, ingresando a aguas chilenas cercana al faro de la concordia, recorre playa las machas, chinchorro, isla alacrán, sector pesqueras, sector la capilla para posteriormente dirigirse normalmente en dirección norweste, al ingresar una cantidad importante de salmuera, podría alterar los parámetros en que se desenvuelve esta especie; que cumple un rol importante en la economía de la región.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

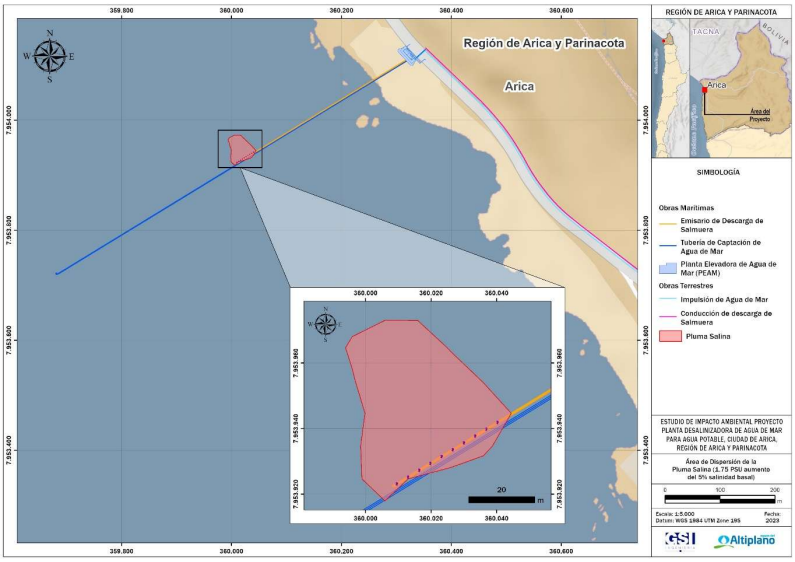
Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

18. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

19. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Adicionalmente, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional se reconoce que en el área de influencia del proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota se desarrollan actividades productivas vinculadas al uso directo de recursos naturales marinos, particularmente pesca artesanal, recolección de orilla, buceo apnea y extracción bentónica, constituyendo prácticas relevantes dentro del sistema de vida de grupos humanos asociados al borde costero regional.

Sin embargo, como se presenta en la Adenda Complementaria Extraordinaria, se realiza una estimación potencial de merma económica vinculada a las obras y actividades del Proyecto en Arenillas Negras. En este sentido, se utilizan dos enfoques complementarios, el primero, alude a variables cualitativas y cuantitativas provenientes del levantamiento de información en terreno desde una perspectiva de la intervención temporal en el área y su significancia en términos económicos. El segundo, se vincula a una dimensión espacial y temporal desde una perspectiva que integra distintos proxies para establecer un probable rango de merma económica en relación con el Sindicato de Pescadores Artesanales de Arica. A partir de estos antecedentes, la potencial merma económica se estima entre aproximadamente 0,05% y 0,29% (entre 57.000 y 367.000 pesos) del ingreso agregado de la organización durante el período analizado, considerando distintos escenarios de dependencia económica y exposición efectiva a los controles de acceso del Proyecto.

Considerando lo anterior, el Titular desarrolla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca" en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria, cuyo detalle se presenta a continuación.

Tabla. Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca"

<table>
<tr><td>Nombre</td><td>Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca</td></tr>
<tr><td>Impacto asociado</td><td>No aplica</td></tr>
<tr><td>Fase del Proyecto a la que aplica</td><td>Construcción</td></tr>
<tr><td>Objetivo, descripción y justificación</td><td>Objetivo: Gestionar las preocupaciones y percepciones de la comunidad, contribuyendo al fortalecimiento de las capacidades operativas, de seguridad y de gestión de las organizaciones de pesca artesanal que desarrollan actividades en el área marítimo-costera donde se emplazará el Proyecto, mediante la entrega de un fondo fijo para la adquisición y entrega de equipamiento pertinente.

Descripción: El Titular otorgará, por una única vez, un aporte económico de monto fijo que asciende a 3.000.000 de pesos a cada una de las organizaciones de pesca artesanal identificadas como beneficiarias del presente Compromiso Ambiental Voluntario, que desarrollan actividades en el área marítimo-costera vinculada al emplazamiento del Proyecto. Las organizaciones son las siguientes:

<table><tr><th>Grupo humano</th></tr><tr><td>Sindicato de Trabajadores Independientes Buzos Mariscadores y Pescadores Artesanales de la Comuna de Arica</td></tr><tr><td>Sindicato de Mujeres Pescadoras</td></tr><tr><td>Sindicato de Pescadores Artesanales Independientes</td></tr><tr><td>Sindicato Hombres y Mujeres de Mar</td></tr><tr><td>STI de Buzos Mariscadores a Pulmón y Auxiliares de Buzo</td></tr><tr><td>Sindicato de Buzos y Pescadores de Orilla Conexos Perico</td></tr><tr><td>Sindicato Trabajadores Independientes de Orilla y Recolectores</td></tr></table>
El aporte será entregado directamente a la directiva de cada organización beneficiaria, previa acreditación de su personalidad jurídica vigente y del poder de representación de los dirigentes. La transferencia se formalizará a través de un convenio de entrega que individualice a la organización receptora, el monto otorgado, la fecha de entrega y la naturaleza única y voluntaria del aporte. Los fondos serán entregados vía vale vista para cobro por parte de los representantes.</td></tr>
</table>

Nombre	**Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca**
	Los recursos serán de libre disposición de cada organización beneficiaria, la que podrá destinarlos a los fines, necesidades o iniciativas que estime pertinentes, conforme a sus propios acuerdos internos, estatutos y normativa aplicable, siempre y cuando estos se enfoquen en equipamiento de pesca para la organización o sus socios. El Titular no incidirá en estas decisiones, ni exigirá rendición de gastos asociada a su utilización, sino solo la firma de la recepción de los fondos y un reporte de los fines para los que fueron utilizados, firmado por la directiva. La ejecución del compromiso se entenderá cumplida con la transferencia efectiva del monto comprometido a cada organización beneficiaria y la obtención del respectivo respaldo documental de recepción. **Justificación:** El presente Compromiso Ambiental Voluntario se fundamenta en la vinculación territorial existente entre el Proyecto y las organizaciones de pesca artesanal que desarrollan actividades en el área marítimo-costera asociada a su emplazamiento, y en la comprensión de sus preocupaciones y percepciones acerca del Proyecto. El Proyecto no prevé la ocurrencia de impactos significativos, lo que ha sido descartado durante el proceso de evaluación ambiental. Se han desarrollado ajustes en el cronograma que precisamente buscan garantizar una interacción mínima y mantener el desarrollo de las actividades durante la fase de construcción, con lo que el Proyecto no impide el desarrollo de las actividades de recolección ni en Arenillas Negras ni en otros sectores utilizados por los pescadores, recolectores y orilleros. En operación, no se observan interacciones. La modalidad de aporte de libre disposición busca respetar la autonomía organizacional y la capacidad de cada organización para definir, conforme a sus acuerdos internos, estatutos y necesidades particulares, el destino más pertinente de los recursos.
Lugar, forma y oportunidad de implementación	**Lugar:** Las acciones asociadas a este compromiso se materializarán en las sedes de los sindicatos de pesca, o bien en oficinas del Titular, donde se firmarán los acuerdos y se hará entrega de los vales vista. **Forma:** para la ejecución, de acuerdo con la descripción que precede, se consideran las siguientes actividades: 1. El titular se reunirá con cada una de las organizaciones señaladas, para presentar el acuerdo y concordar la redacción de este, la finalidad de los fondos y su modalidad de entrega. 2. Si la organización requiriera otra modalidad de entrega, esto será revisado. 3. A la firma de los acuerdos, el Titular hará entrega de los vales vista. 4. Conforme quedará estipulado en el acuerdo, una vez gastados los fondos, la organización entregará al Titular un reporte de su uso.

Nombre	**Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca**
	El equipo de relacionamiento comunitario de la compañía monitoreará la ejecución del acuerdo. **Oportunidad de implementación:** el compromiso se desarrollará en etapa de construcción, durante los primeros 15 meses de ella, para lo cual el Titular se contactará con las organizaciones el primer semestre de construcción.
Indicador que acredite su cumplimiento	El indicador de cumplimiento considera la entrega efectiva del 100% de los fondos, a través de un vale vista, a aquellas siete organizaciones de pesca identificadas en el área de influencia que hayan firmado el acuerdo para estos efectos. Cabe señalar que las organizaciones podrán voluntariamente renunciar al beneficio, lo que se entenderá de la negativa a firmar el acuerdo, en el tiempo definido para la entrega de fondos (los primeros quince meses de construcción). Los fondos de la organización que renuncia al beneficio no serán utilizados para otros fines. La organización podrá cambiar de parecer y aceptar los fondos en cualquier momento de la etapa de construcción, siempre y cuando ello ocurra durante los quince meses iniciales; de lo contrario, se entenderá como una renuncia al beneficio.
Forma de control y seguimiento	El seguimiento de la actividad considera la elaboración de un informe al finalizar el periodo, que contenga: 5. Medios de verificación de intentos de contacto con las organizaciones para estos fines. 6. Copia de los acuerdos firmados. 7. Copia de los vales vista emitidos. 8. Copia de firmas de recepción de los vales vista. 9. Copia de reportes bancarios que acrediten el cobro de los vales vista. 10. Reportes de las organizaciones indicando los fines a los que fueron destinados los montos.

Fuente: Cuadro 7.13, Anexo 7, Adenda Excepcional.

33. Observante: Hector David Choque Ramirez

Observación N° 69:

Agua viva de mar: Van a sacar agua viva de mar que contiene toda el agua viva de microorganismos que dan vida a todos los mariscos y vida en el mar y nos van a tirar agua con sal que mata todo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a los impactos, en la fase de operación se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

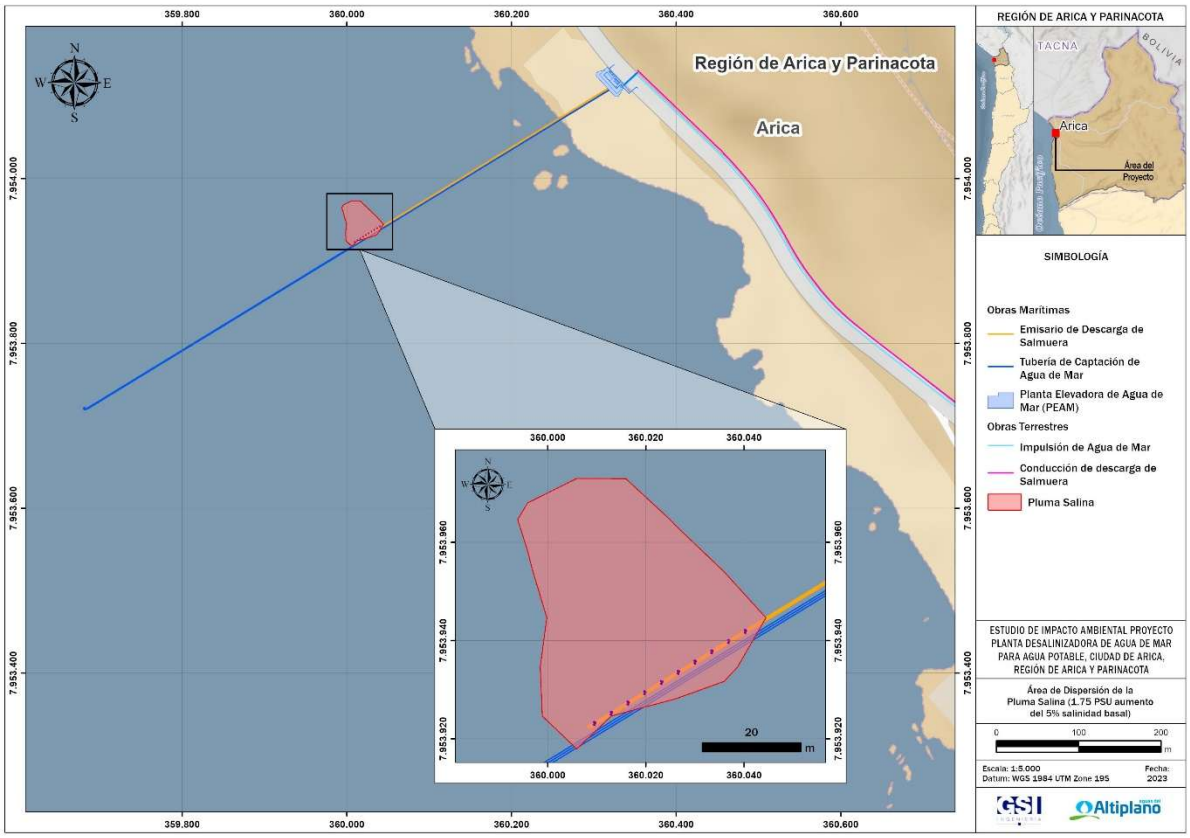
Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento estimación de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE), mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente

eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo PAS 119 Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Por otra parte, respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las

inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 70:

Destrucción de la roca marina de arenillas negras: Van a intervenir con explosivos la roca y destruir toda la zona de la playa para poner la cañería o tubo que es de la empresa desalinizadora

Evaluación técnica de la observación:

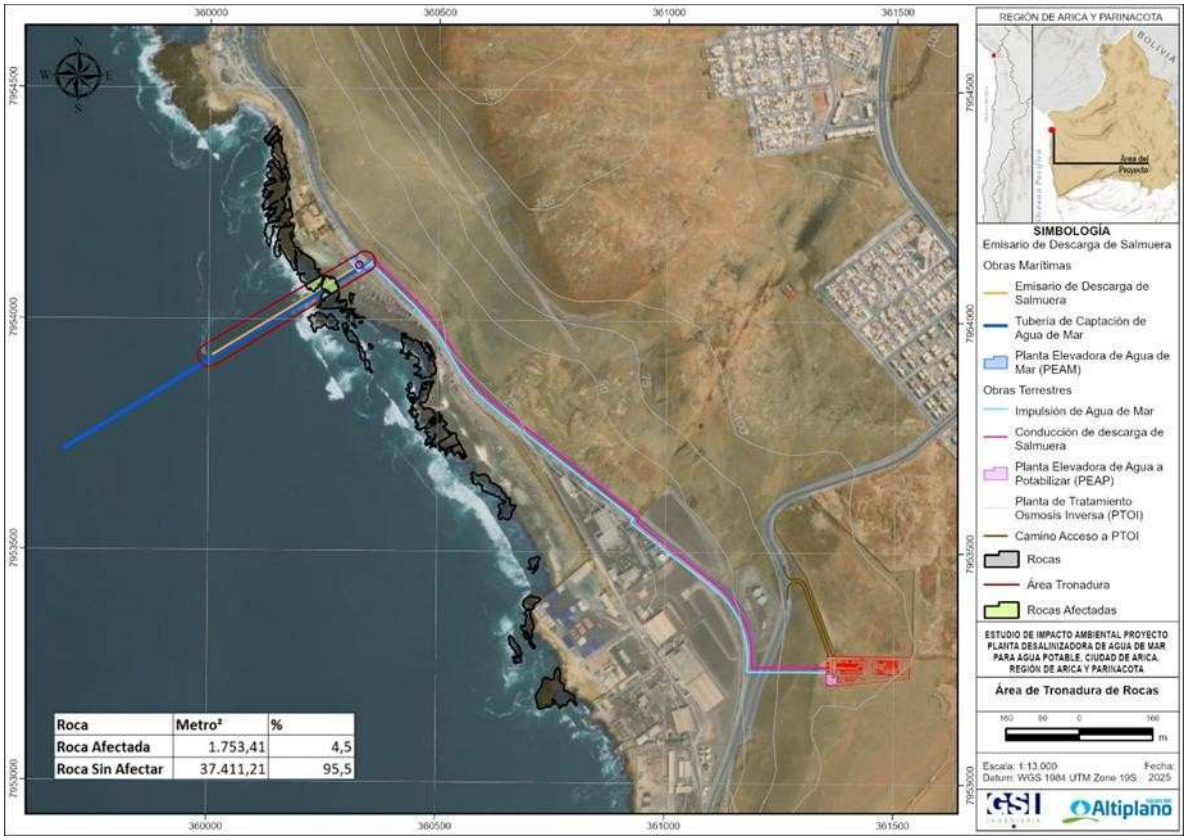
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En la fase de construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, de acuerdo a lo declarado por el Titular en la Parte 4 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, el uso de tronaduras está diseñado para afectar solo el área estrictamente necesaria para la instalación de la tubería, representando solo un 4,5% de la superficie rocosa total, como se muestra en la siguiente Figura. Esto significa que el 95,5% del área rocosa no será intervenida, garantizando la preservación del ecosistema y la morfología del sector.

Figura. Rocas afectadas tronadura



Fuente: Figura 1, Parte 4 Anexo 15, Adenda Complementaria

Adicionalmente, es importante destacar que el diseño del proyecto contempla una intervención localizada y temporal, tras la cual se restablecerán las condiciones del área intervenida. En consecuencia, el ecosistema marino y las actividades productivas asociadas al sector no consideran impactos significativos ni irreversibles.

Observación N° 71:

Empresa Desalinizadora: Es una empresa que mata el mundo marino tirando sal al mar y habiendo otras alternativas para solucionar el agua de la ciudad. Que se ponga en otro lugar, nota: playa las machas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

En cuanto a las obras y partes correspondientes a efluentes marinos, según lo presentado en el PAS 115 (Numeral 1.1 del Anexo 1.3 de la Adenda Extraordinaria) corresponde a un emisario que tendrá 298 m lineales de tramo enterrado, 29 m de tramo lineal semienterrado, y 40 metros de tramo sin enterrar, completando un tramo de 367 metros. Al revisar la información presentada dentro del EIA, en el numeral 1.4.2.7 del Capítulo 1, se indica que la tubería correspondiente al emisario sería HDPE de 500 mm de diámetro y estará instalada paralela a las tuberías de impulsión de agua de mar. La cañería operará parcialmente llena hasta el sector de la PEAM y el punto de ubicación de la descarga se ubica en la cota -10 NRS.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

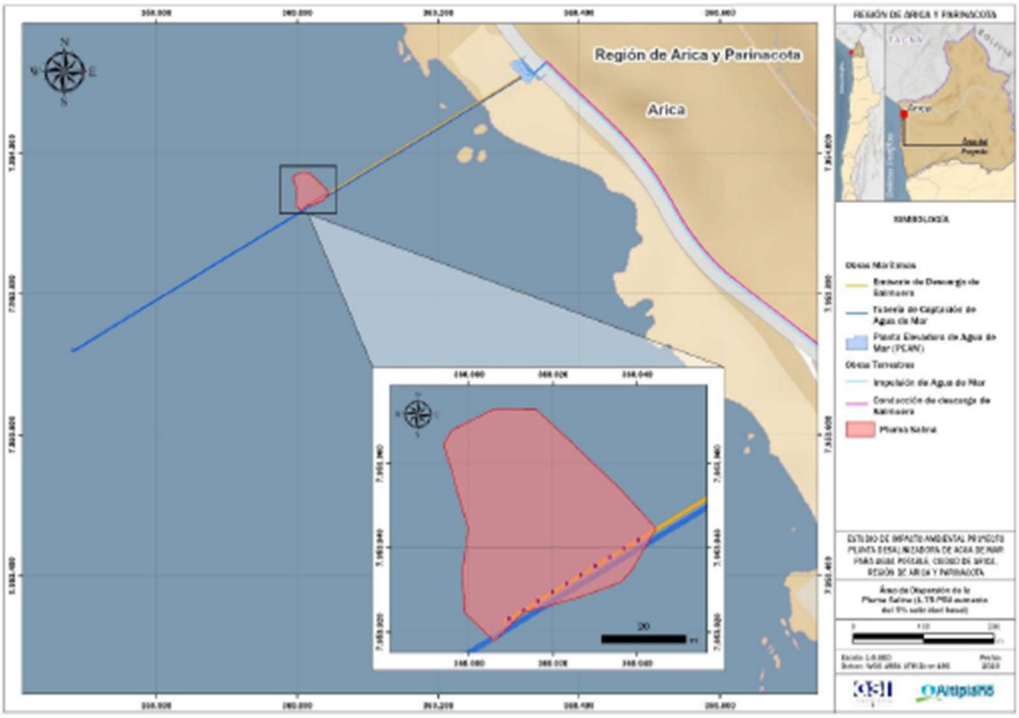
Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta

un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

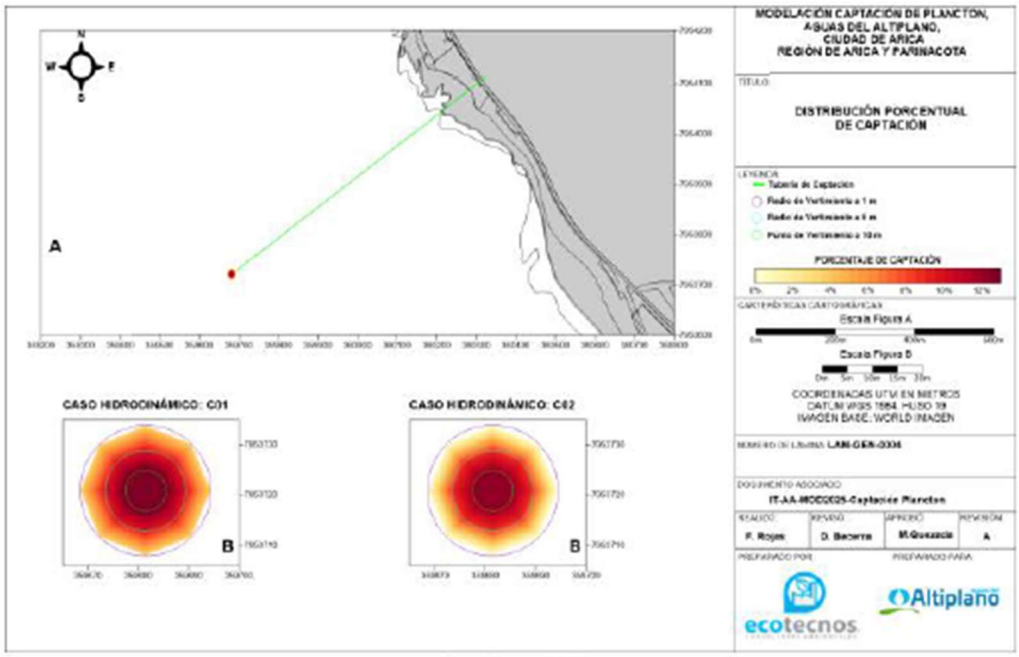
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la figura anterior, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se

desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por otra parte, en cuanto a la localización del Proyecto, los criterios que definieron su emplazamiento responden a temas relacionados a disponibilidad de terreno, compatibilidad con instrumentos de planificación territorial y criterios técnico- económicos.

Como se observa en el numeral 1.3.5 del Capítulo 1 del EIA, la planta se encuentra en las proximidades del borde costero, cerca del punto de captación de agua marina. Esta elección de ubicación tiene como objetivo reducir la distancia entre la planta y los puntos o áreas de demanda y uso del agua. La cercanía busca optimizar los procesos de conducción y entrega del agua, siendo crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.

La decisión de ubicar la Planta de Ósmosis Inversa también se basa en la disponibilidad de terreno proporcionado por Bienes Nacionales. Asimismo, la elección se alinea con la planificación urbana, ya que se encuentra fuera del área de inundación identificada por el SHOA en sus Cartas de Inundación por Tsunami de la ciudad de Arica. Esta medida no solo disminuye el riesgo para el personal y las instalaciones, al encontrarse en una cota de emplazamiento de 93 m.s.n.m., sino que también facilita una reposición más rápida y ágil de la operación de la planta en caso de eventos adversos, siendo necesario únicamente reponer las obras de captación ubicadas en la costa del terreno.

Observación N° 72:

Alza de agua: La población no sabe qué va a subir el agua en las casas de Arica por culpa de esta empresa sabiendo que es más cara el agua en Arica y la luz también va a subir más aún.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Alza de agua: La población no sabe qué va a subir el agua en las casas de Arica por culpa de esta empresa sabiendo que es más cara el agua en Arica y la luz también va a subir más aún.

La observación plantea que el Proyecto haría subir el valor del agua en las casas de Arica, donde el agua ya es más cara, y que también subiría el valor de la luz. Para responder, se describe primero el alcance del Proyecto, luego lo que contiene el expediente sobre la tarifa del agua potable y, finalmente, lo que contiene sobre el suministro eléctrico del Proyecto.

El Proyecto "Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota" comprende, de forma exclusiva, las obras necesarias para captar agua de mar, conducirla, desalinizarla mediante el proceso de osmosis inversa, es decir, el proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, elevarla y almacenarla como agua ya tratada. El límite físico y funcional del Proyecto sometido a esta evaluación ambiental son los estanques de almacenamiento de agua tratada (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.15). Esto significa que el Proyecto, tal como fue sometido a evaluación, deja fuera de su alcance la etapa de potabilización, la conducción del agua hacia los usuarios finales, la distribución a través de las redes públicas sanitarias y la comercialización del recurso hídrico (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.276-277).

En cuanto a la tarifa del agua potable, la definición del valor final del servicio depende de procesos regulatorios posteriores, de la infraestructura que eventualmente se desarrolle para la potabilización, conducción y distribución del recurso, y de las condiciones tarifarias que establezcan las autoridades competentes en el marco de la normativa sectorial aplicable. Cualquier infraestructura futura destinada a la potabilización, conducción, distribución o comercialización del agua deberá ser evaluada en las instancias regulatorias y ambientales que correspondan, considerando los impactos asociados a esas etapas y su eventual incidencia sobre los usuarios finales (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.277). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, dado que el Proyecto deja fuera de su alcance la potabilización, la distribución y la comercialización del agua, y que la tarifa se determina en procesos sectoriales posteriores, una eventual variación en la tarifa de agua potable queda fuera de las partes, obras y acciones del Proyecto.

En cuanto a la electricidad, cada una de las dos plantas del Proyecto tiene su propio punto de conexión a la red eléctrica: la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI) se alimenta desde la línea de media tensión, es decir, la red de distribución eléctrica de voltaje intermedio, existente a 50 metros de su emplazamiento (Adenda 1, p.4), y la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), mediante una extensión de aproximadamente 1 kilómetro de la línea de media tensión existente, por el costado oriente de la avenida Comandante San Martín (Adenda Complementaria, p.264). Esta energía se utilizará para la maquinaria que la requiera en la fase de operación (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, Cuadro N°1.118, p.1.204), y los antecedentes del expediente sobre esta materia se limitan a la descripción de ese suministro.

En este marco, el Proyecto abarca la captación, la conducción, la desalinización, la elevación y el almacenamiento de agua tratada, hasta los estanques de almacenamiento, y deja fuera de su alcance la potabilización, la distribución y la comercialización del agua. La tarifa del agua potable se define en procesos regulatorios posteriores, a cargo de las autoridades competentes, y, conforme al análisis de esta Dirección Regional, una eventual variación en esa tarifa queda fuera de las partes, obras y acciones del Proyecto. Respecto de la electricidad, cada planta del Proyecto cuenta con su propio punto de conexión a la red de media tensión existente, para la

maquinaria de la fase de operación, y los antecedentes del expediente sobre esta materia se limitan a esa descripción.

34. Observante: Daglio Williams Andrade Preuss

Observación N° 73:

Impacto ambiental especies: aves lobos, delfines, tortugas, ballenas, mariscos, algas, peces, microfauna (fauna nativa)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

Respecto al impacto a la fauna marina, en la etapa de construcción se definen impactos asociados principalmente a emisiones acústicas. En este sentido, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto "Efecto adverso sobre los mamíferos marinos", tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing, Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts"*, elaborado por la NMFS *(National Marine Fisheries Service*, del NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*, en revisión en el documento técnico *"Marine Mammal Noise Expo, sure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects"* de acuerdo a lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria, que presenta una actualización del estudio de ruido submarino.

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes

registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de centímetros en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos en caso de tronaduras es de 73 metros.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales, siendo de 1.051 metros para tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos de 3.094 metros para actividades de tronaduras.

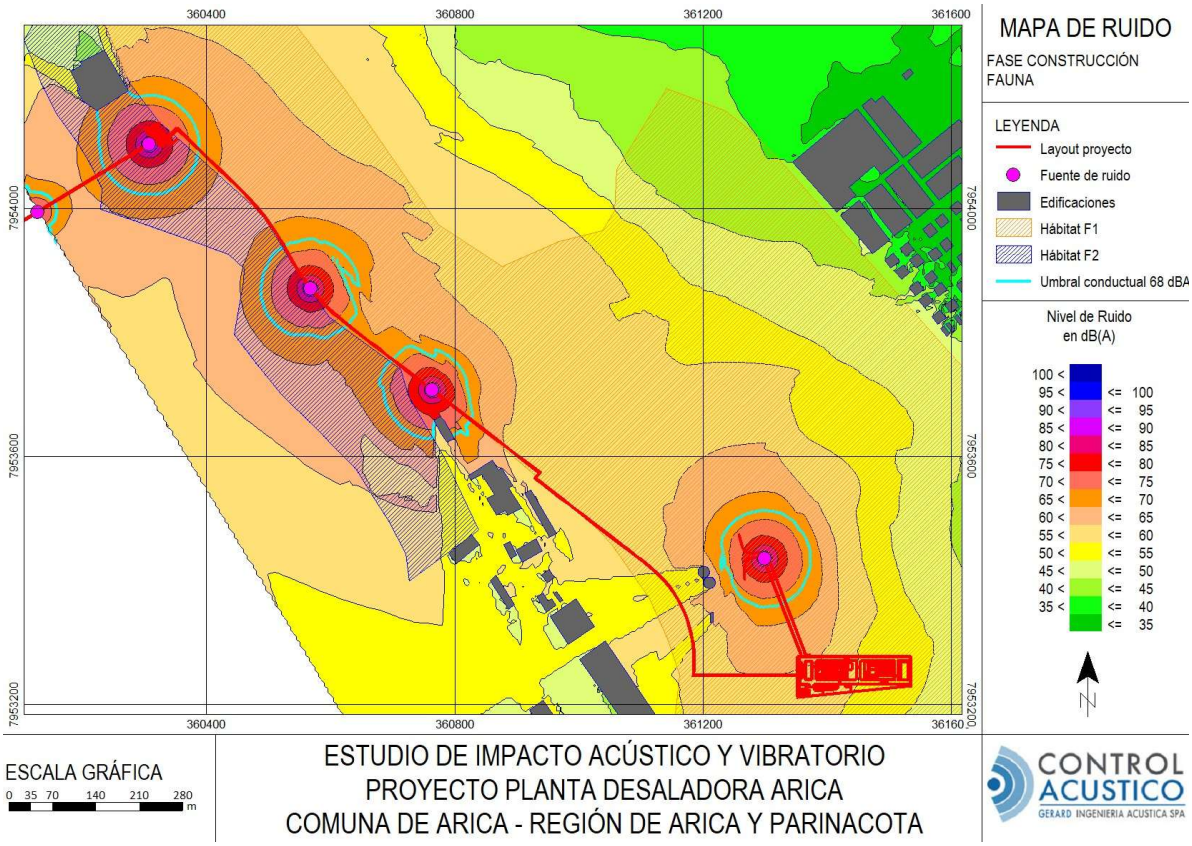
Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios. Este considera las medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos. Sin embargo, no se contemplan medidas específicas para el chungungo.

Respecto a la contaminación acústica en avifauna, en el Anexo 1.6 de la Adenda Complementaria se realiza un estudio respecto del ruido y vibraciones. Para el calculo de la afectación, se utilizaron los siguientes umbrales:

11. 58 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente continua (ruido ambiental).
12. 68 [dB(A)] promedio, para efectos de tipo conductual (disminución del éxito reproductivo), con un tipo de fuente Intermitente (ruido construcción, transporte).
13. 93 [dB(A)] máximo, para efectos de tipo fisiológico (desplazamiento temporal de umbral auditivo), con un tipo de fuente de impulsos múltiples (construcción, martillo neumático, por ejemplo) y transporte.

Considerando la propagación sonora, la Figura a continuación presenta un mapa de la propagación en escala [dB(A)] durante la fase de construcción.

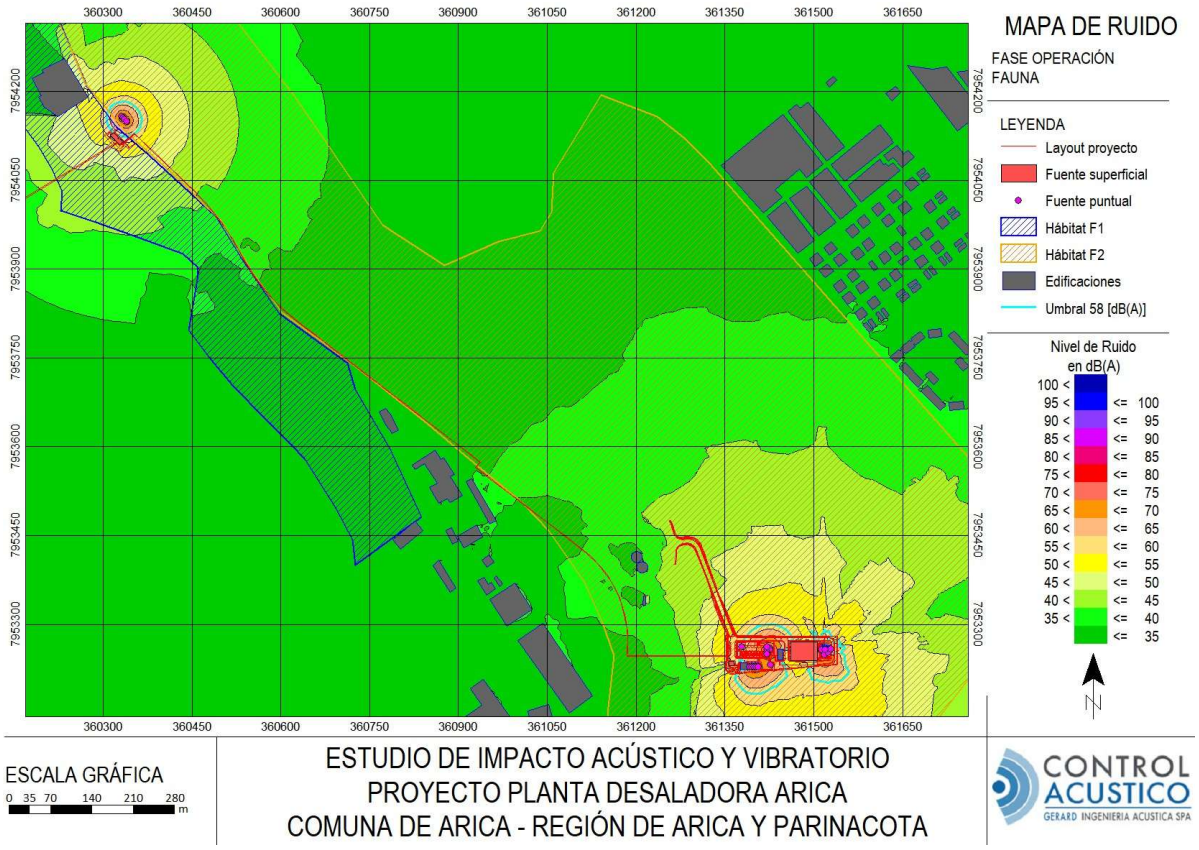
Figura. Mapa de la propagación en escala [dB(A)] durante la fase de construcción.



Fuente: Ilustración 19, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Por otra parte, la siguiente Figura presenta mapas de propagación sonora asociados a la fase de operación para ruido en fauna, detallado para efecto conductual y fisiológico.

Figura. Mapa de propagación sonora en escala [dB(A)] en fase de operación



Fuente: Figura 23, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

En conclusión, para la evaluación en los receptores de fauna, los niveles de presión acústica obtenidos para todas las fases fueron evaluados de acuerdo a los máximos permitidos dados por el Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa (SEA, 2022), verificando incumplimiento en la fase de construcción en los sitios de interés de fauna estudiados. No obstante, estos sitios son sitios de análisis conservador y no corresponden a hábitats de relevancia para fauna nativa. No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción. El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible.

En la fase de operación, por otra parte, se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de

solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. Finalmente, el proyecto contempla la descarga de agua salina concentrada al mar como resultado del proceso de desalinización. Esta descarga se realiza en un área muy pequeña de menos de 0,18 hectáreas y se mantendrá a largo plazo durante la operación de la planta desaladora.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo PAS 119 Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 74:

Estudio de corrientes: Derivaciones y alcance todas de la salmuera / Impacto turístico

Evaluación técnica de la observación:

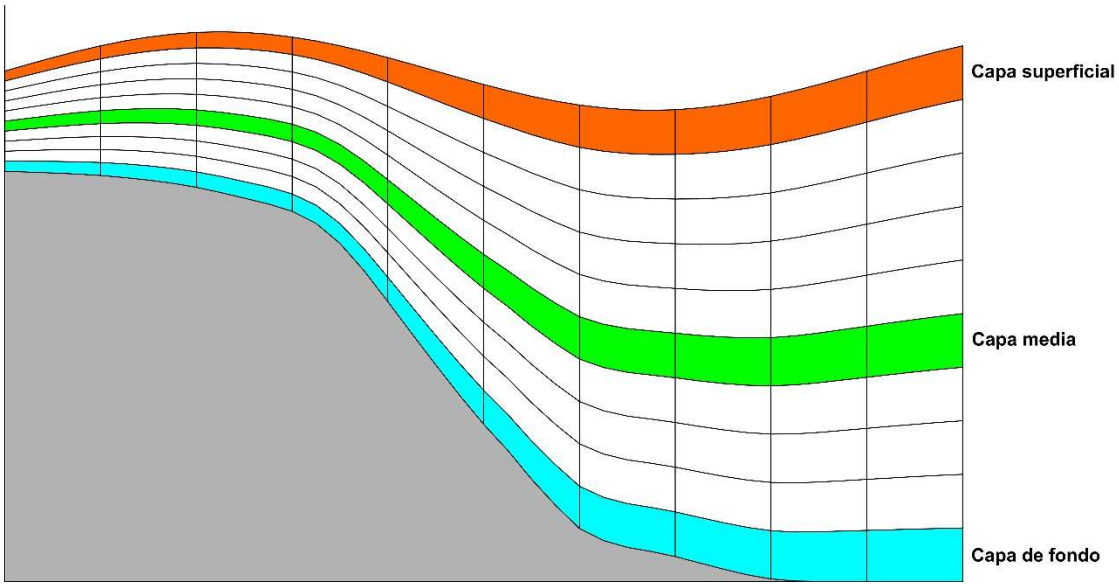
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Para el desarrollo del modelo de descarga de salmuera se utilizó una metodología que considera la configuración de un modelo hidrodinámico. Para la realización de la modelación y posterior explotación de la herramienta numérica, se construyó una malla de 4.404 elementos y 2.330 nodos. El dominio utilizado abarcó profundidades desde 400,0 m hasta 0,0 m respecto del NRS, como se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Descripción de las capas consideradas del sistema de coordenadas sigma



Fuente: Figura 2-4, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

Posteriormente, se realizó una modelación hidrodinámica de la situación base de la hidrodinámica 3D del sector de estudio de un año típico con las cuatro estaciones. En cada uno de ellos se incorporaron las variables de oleaje, mareas, vientos, temperatura del mar, salinidad del mar, radiación solar, humedad relativa y temperatura ambiente.

Posteriormente, se realizó una modelación de campo cercano, que busca conocer la salinidad que la descarga incorporará al medio marino debido a la operación de la planta de desalinización asociada al proyecto de Aguas del Altiplano, realizando un un set simulaciones hidrodinámicas las que se construyeron a partir de la combinación de distintos casos de corrientes y sobre las que se incorporó la operación de la descarga de salmuera proyectada.

La construcción de los casos se realizó mediante la siguiente discretización:

14. Direcciones de la corriente, entre 0° a 345° cada 22,5°, lo que implica 16 casos.
15. Magnitudes de la corriente, entre 0,001(≈0) m/s a 0,3 m/s cada 0,05 m/s, implicando 7 casos.
16. Características de la columna de agua: Invierno y verano.
17. Características de la descarga especificadas por el cliente, mencionadas en la sección 2.2.6 del Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria.

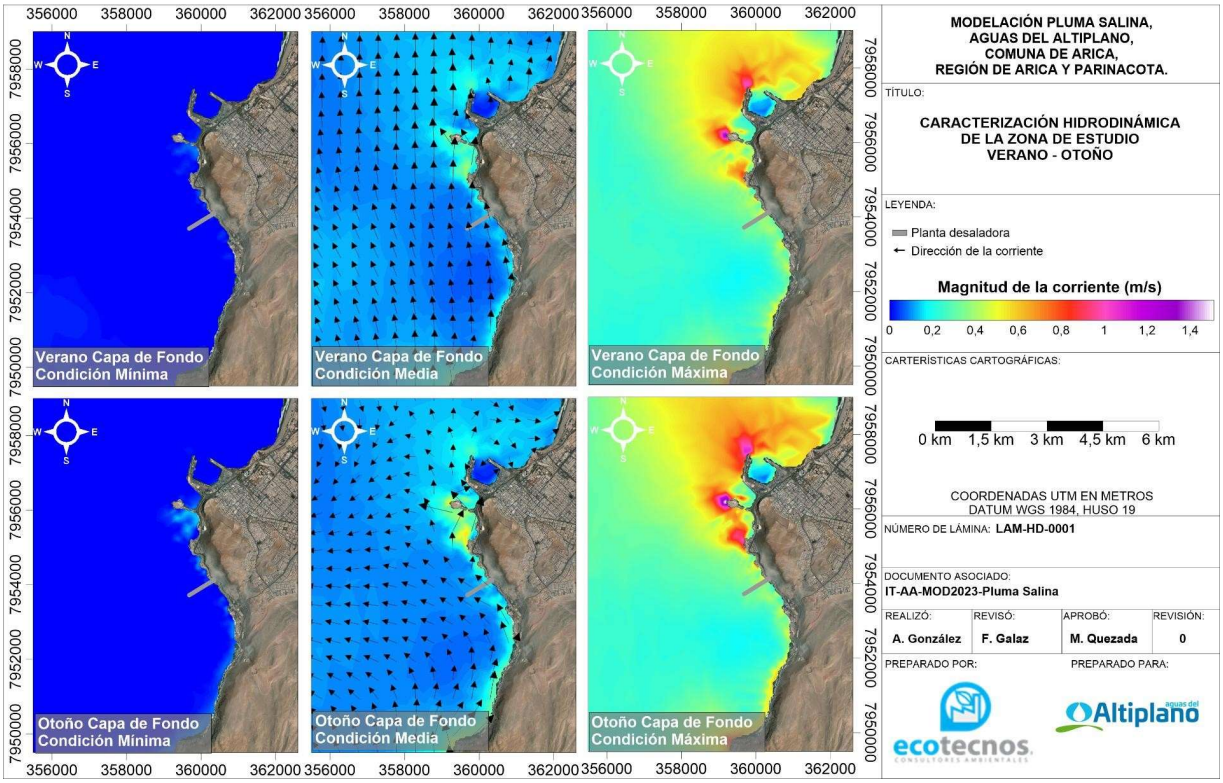
Finalmente, se realiza un acople entre los resultados del campo cercano al campo lejano, se aplicó una metodología basada en la simulación fuera de línea, basándose en los supuestos que se indican a continuación:

18. El campo cercano es esencialmente un problema de capa límite, de tal modo que la abertura lateral, es mucho menor que la longitud que la pluma recorre.
19. Las velocidades de la descarga son mucho mayores que las del medio marino, de tal modo que la advección impuesta por el campo lejano, solo es de interés cuando el chorro se detiene.
20. La escala de tiempo en la cual ocurren los procesos de mezcla de campo cercano, es muy diferente en comparación a los cambios de velocidad del medio marino.

Luego de definir las funciones de transferencia de salinidad y mediante el esquema de acople propuesto, se construyeron las condiciones de borde vinculadas a los términos fuente provenientes de los puntos de descarga desde la planta de desalinización, para ambas fases analizadas.

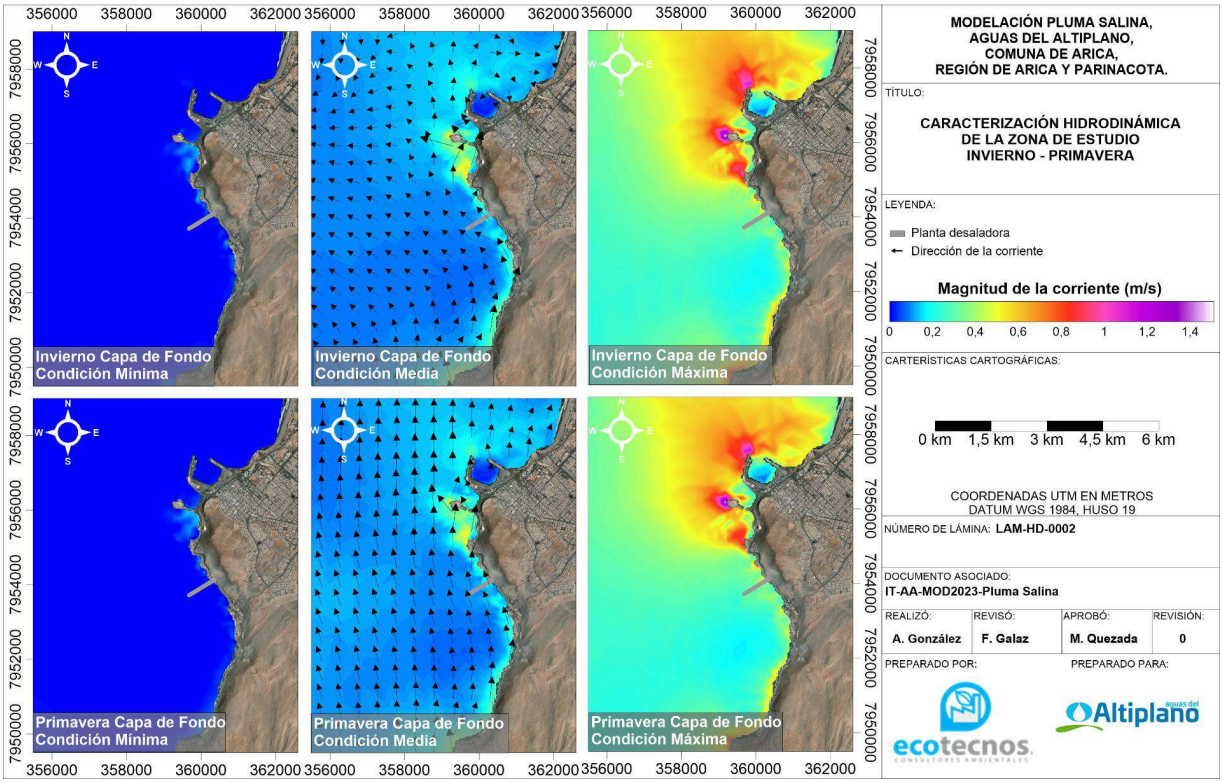
A continuación, se presentan los resultados de la circulación de la Circulación de la hidrodinámica base de la zona de estudio para las 4 estaciones del año.

Figura. Circulación de la hidrodinámica base de la zona de estudio en verano y otoño



Fuente: Figura 3-1, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

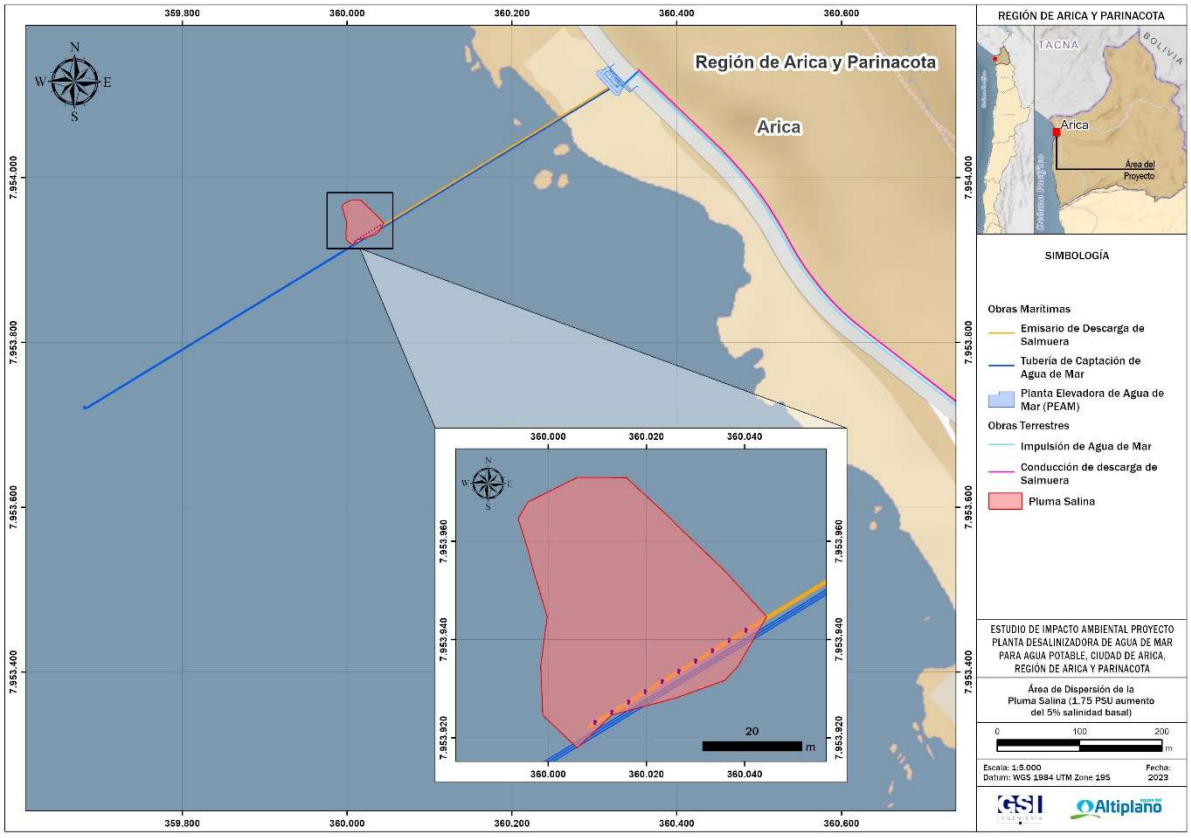
Figura. Circulación de la hidrodinámica base de la zona de estudio en invierno y primavera



Fuente: Figura 3-1, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

Finalmente, se presentan los resultados del área de dispersión considerando la modelación presentada en detalle en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria.

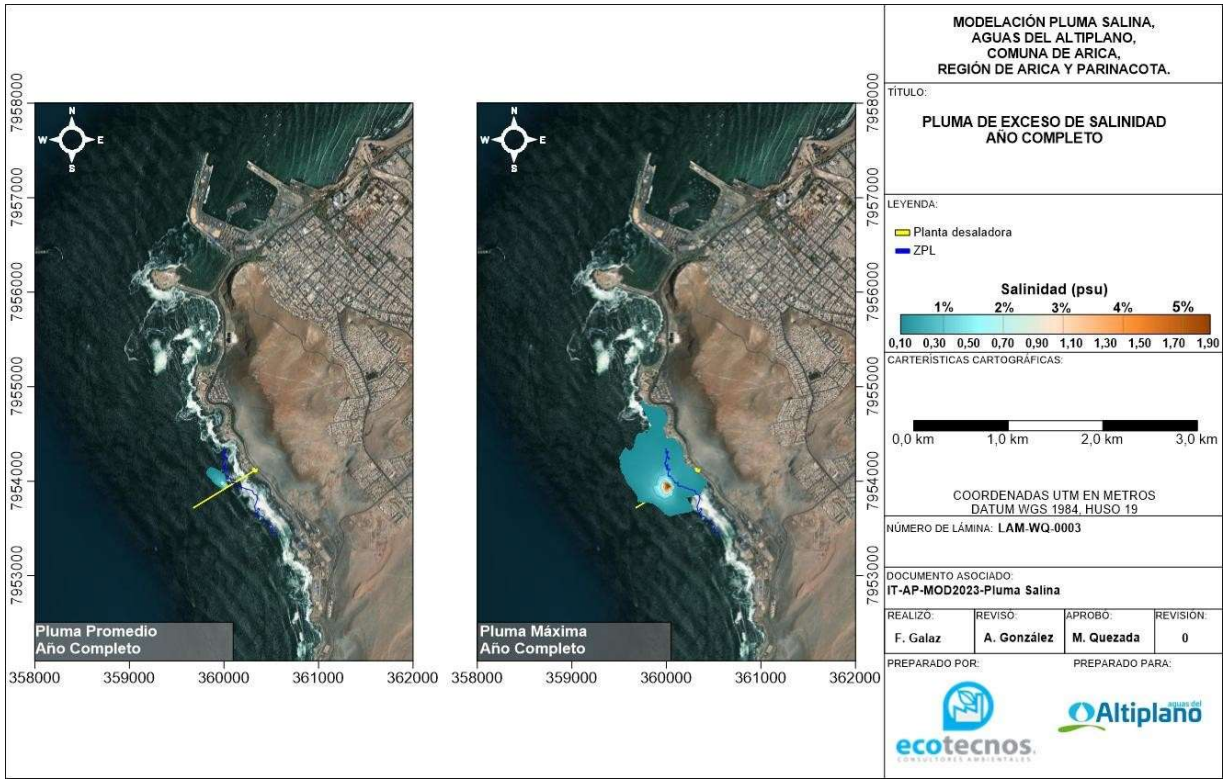
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto al impacto turístico, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se reconoce que el proyecto intercepta directamente con el área de protección oficial correspondiente a la Zona de Interés Turístico (ZOIT) "Arica, Casco Histórico y Borde Costero". Entre sus puntos de interés en el borde costero destacan los sectores de playa "el Laucho" y "la Lisera", las cuales son playas aptas para baño, además de la playa "el Chinchorro" y "Las Machas".

En este sentido se indica que, si bien este Proyecto se emplazará en el borde costero cubierto por la ZOIT, este se ubica específicamente en el sector de la Playa Arenillas Negras, playa que no está considerada como apta para baño y que, hasta febrero 2024, no cuenta con equipamiento, productos ni servicios turísticos para ofrecer, estando cercano al sector industrial de la zona sur de la comuna. En esta línea, se indica que esta playa no corresponde a uno de los puntos a destacar como de importancia turística en la ZOIT declarada oficialmente, razón por la cual las partes, obras y acciones consideradas en la fase de construcción de este Proyecto no impiden de forma alguna el desarrollo normal de las actividades turísticas que ofrecen las playas el Laucho o la Lisera; por lo que los operadores locales podrán seguir ofreciendo normalmente sus servicios, sin interferencia alguna. En este sentido, las actividades recreativas, deportivas y pesquero-artesanales desarrolladas en Playa Arenillas Negras no experimentan una pérdida permanente de sus características o funcionalidad como consecuencia del Proyecto, ya que los controles de acceso se limitan a la fase de construcción y cesan una vez concluidas las obras. En consecuencia, los usos habituales del sector pueden restablecerse en sus condiciones normales de funcionamiento, evidenciando una alta capacidad de recuperación y justificando una resiliencia de nivel bajo.

Finalmente, se señala que durante la fase de operación del Proyecto las obras van soterradas no quedando visibles al ojo humano y no interviniendo el borde costero y por tanto la naturaleza de la ZOIT, no afectando de esta manera actividades realizadas en las playas anteriormente mencionadas. En conclusión, no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

Observación N° 75:

Estudio capacidad de aporte al alcantarillado: Capacidad del emisario. Aporte de agua potable a la ciudad

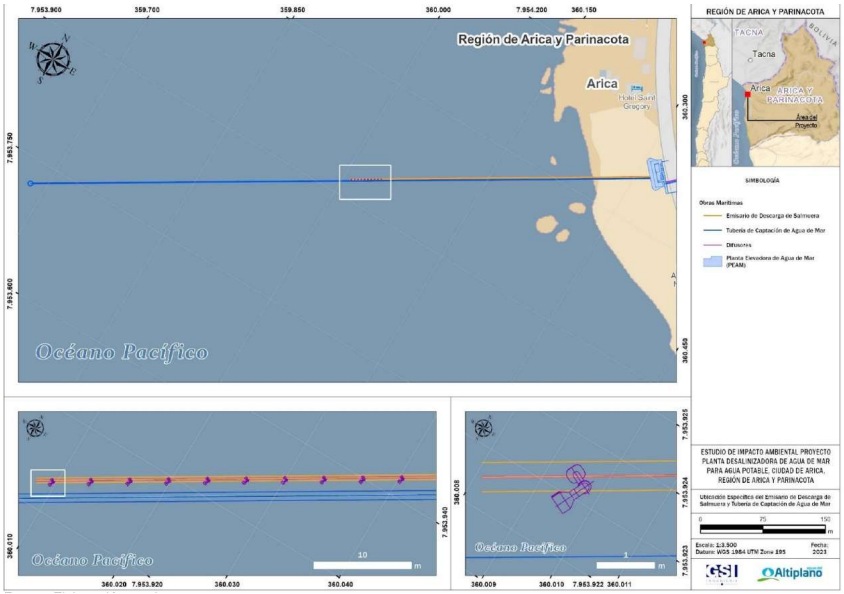
Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con los recursos hídricos, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La capacidad del emisario de descarga de la planta desalinizadora es compatible con el caudal máximo de rechazo previsto para el Proyecto, correspondiente a 300 L/s al final del período de previsión. Para comprender esta cifra y diferenciarla del aporte de agua potable a la ciudad de Arica, es necesario distinguir los tres principales flujos que componen el sistema: captación de agua de mar, producción de agua desalada a potabilizar y descarga de rechazo al medio marino.

Ubicación general del sistema de descarga y sus componentes marinos



Fuente: Figura N° 1.1, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, Adenda Excepcional.

En primer lugar, el Proyecto contempla la captación de agua de mar en un rango de 125 a 500 L/s. A partir de este caudal, el proceso de desalación permite producir entre 50 y 200 L/s de agua desalada a potabilizar, la que, luego de los tratamientos y controles correspondientes, se incorpora al sistema de producción de la empresa sanitaria. El aporte efectivo de esta agua al abastecimiento de la ciudad dependerá del régimen de operación de la planta y del balance entre oferta y demanda de agua de la localidad de Arica.

Por otra parte, el proceso genera una corriente de rechazo que varía entre 75 y 300 L/s. En la condición mínima, con una captación de 125 L/s, se producen 50 L/s de agua a potabilizar y se descargan 75 L/s de rechazo. En la condición máxima, una captación de 500 L/s permite producir hasta 200 L/s de agua desalada a potabilizar y genera hasta 300 L/s de rechazo. De acuerdo con la actualización del PAS 115, este caudal máximo incluye aproximadamente 244 L/s de salmuera, correspondiendo el caudal restante a descargas puntuales asociadas a drenajes, retrolavados, reboses y otros flujos del proceso.

Esta diferenciación es importante, ya que los 300 L/s corresponden al caudal máximo de rechazo para el cual se encuentra dimensionada la infraestructura de descarga, mientras que los 200 L/s corresponden a la capacidad máxima de producción de agua desalada a potabilizar. Por lo tanto, ambos valores corresponden a componentes relacionados dentro del balance hídrico de la planta, pero no son equivalentes ni tienen el mismo destino.

El rechazo líquido no corresponde a agua potable ni a aguas servidas de la ciudad, sino principalmente a agua de mar concentrada en sales como resultado del proceso de ósmosis inversa, junto con otros flujos puntuales propios de la operación. Este efluente será evacuado directamente al medio marino mediante una conducción de aproximadamente 365 m de longitud y un sistema submarino de descarga y difusión, dimensionado para recibir el caudal máximo de rechazo de 300 L/s. En consecuencia, el rechazo de la desaladora no se incorpora al sistema de alcantarillado sanitario de Arica.

Respecto de la suficiencia ambiental de esta descarga, la evaluación no se sustenta únicamente en la capacidad hidráulica del emisario. La modelación hidroceanográfica de campo cercano y lejano considera las condiciones hidrodinámicas, mareas, oleaje, viento y estacionalidad. En la condición desfavorable evaluada, la modelación de campo cercano reporta un exceso máximo de salinidad de 3,98 PSU, mientras que el umbral de 10% de exceso se alcanza aproximadamente a 1,18 m y el de 5% a aproximadamente 2,13 m del punto de descarga.

Adicionalmente, los bioensayos presentados para el PAS 115 reportan una LC50 de 40,60 PSU para *Tisbe longicornis* a 48 horas y una EC50 de 44,80 PSU para *Isochrysis galbana* a 96 horas. La calidad del efluente deberá cumplir, además, con los límites establecidos en la Tabla 5 del D.S. N° 90/2000, mientras que el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) permitirá contrastar en terreno las condiciones proyectadas mediante el seguimiento de variables como salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, sedimentos y biota. El seguimiento considera campañas semestrales durante cinco años, de acuerdo con los antecedentes presentados.

Por otra parte, el aporte máximo de 200 L/s de agua desalada a potabilizar al sistema sanitario no debe interpretarse automáticamente como un incremento equivalente de 200 L/s de aguas servidas. Una parte del agua suministrada puede ser consumida, incorporada a distintos usos o estar sujeta a pérdidas en las redes, por lo que el retorno efectivo al alcantarillado dependerá de la demanda real y de los coeficientes de recuperación del sistema sanitario.

En este sentido, la suficiencia del emisario de descarga de la planta desalinizadora y la capacidad del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas de Arica corresponden a materias diferentes. Mientras la primera se relaciona con la capacidad de evacuar de manera ambientalmente adecuada hasta 300 L/s de rechazo al medio marino, la segunda depende del comportamiento de la demanda, del retorno efectivo de aguas servidas y de la capacidad disponible de la infraestructura sanitaria existente. El expediente revisado, específicamente en la respuesta a la observación N° 75, no identifica un estudio independiente que cuantifique un incremento específico de aguas servidas ni la capacidad residual del sistema de alcantarillado y tratamiento de Arica para dicho escenario. Por ello, esta compatibilidad deberá ser abordada mediante los antecedentes de planificación, conexión y autorizaciones sanitarias que

correspondan, sin presumirla únicamente a partir de la capacidad nominal de producción de la desalinizadora.

En consecuencia, el sistema debe entenderse a partir de tres flujos diferenciados: hasta 500 L/s de captación de agua de mar, hasta 200 L/s de producción de agua desalada a potabilizar y hasta 300 L/s de rechazo. El emisario submarino ha sido dimensionado para este último caudal y su suficiencia ambiental se sustenta en el diseño del sistema de descarga, las modelaciones realizadas, el cumplimiento de los límites aplicables y su posterior verificación mediante el seguimiento ambiental. El aporte efectivo de agua potable a la ciudad y sus eventuales efectos sobre el sistema sanitario corresponden a una materia distinta, determinada por la operación efectiva, la demanda de Arica y las condiciones y autorizaciones aplicables al sistema sanitario.

Observación N° 76:

Impacto social: Afectara a nuestros bolsillos (sueldos)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por el efecto del Proyecto en los ingresos de quienes trabajan en la pesca, el buceo y la recolección de orilla en Arenillas Negras. Para responder, se presenta primero lo que el expediente registra sobre la fuente de esos ingresos, luego lo que ocurre con este trabajo durante la fase de construcción, junto con el compromiso y la condición asociados a esa etapa, y finalmente lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

Respecto de la fuente de los ingresos, la Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar, que se comercializan directamente en caletas, mercados locales y ferias, y que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia en esta actividad (Adenda 1, p.157). Los registros oficiales dan cuenta de ese trabajo en el sector: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en Arenillas Negras 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

Durante la fase de construcción, las obras generan restricciones de acceso acotadas en espacio y en tiempo. En tierra, la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, modifica de manera parcial el paso por la orilla, y el acceso se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad,

es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área donde se realiza la recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos de apnea pueden rodear ese buffer y acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras terrestres, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, con un intervalo mínimo de dos semanas entre una y otra, una duración de 20 minutos cada una y priorizando los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierten al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, mientras rigen estas restricciones el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras y, con ella, la fuente de ingresos de quienes la desarrollan.

Para esa misma etapa, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). A ello se suma la condición que establece esta Dirección Regional para complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215). La torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). El emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y

Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Además, el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, concluidas las obras, el trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla, y los ingresos que genera, pueden seguir desarrollándose en el sector.

A partir de los antecedentes del expediente, la principal fuente de ingresos de quienes trabajan en la pesca, el buceo y la recolección de orilla en Arenillas Negras es la extracción y venta de productos del mar, y esta actividad tiene continuidad en ambas fases del Proyecto. Durante la construcción, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur de la instalación de faenas, el buffer marino coincide con una superficie acotada del área de recolección y puede ser rodeado por las embarcaciones, y las tronaduras se concentran en eventos breves, avisados con anticipación y fuera del verano; estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se acompañan del aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y de la condición que complementa el protocolo de avisaje. Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, de modo que el trabajo y los ingresos que genera pueden seguir desarrollándose.

35. Observante: Daniel Francisco Vergara Gutierrez

Observación N° 77:

Muerte al ecosistema marino, a especies de mariscos. El mar estará más salado de lo normal

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

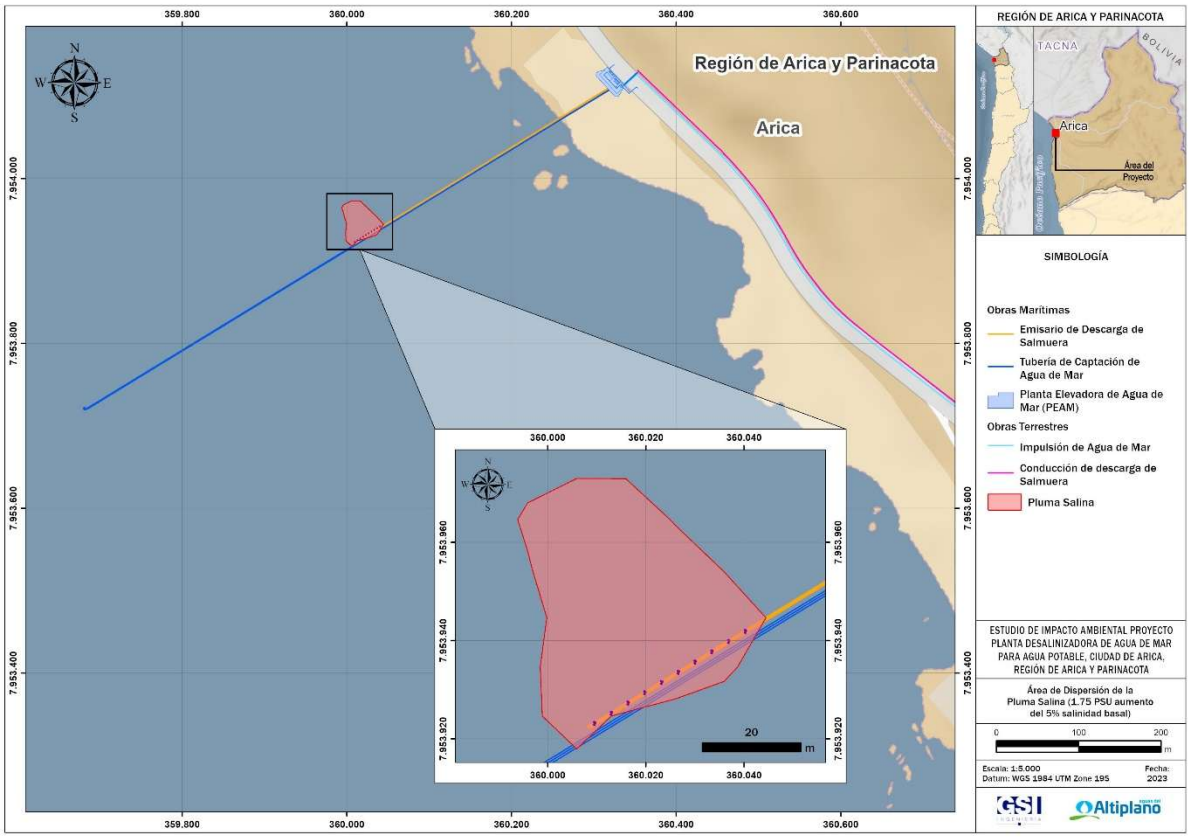
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

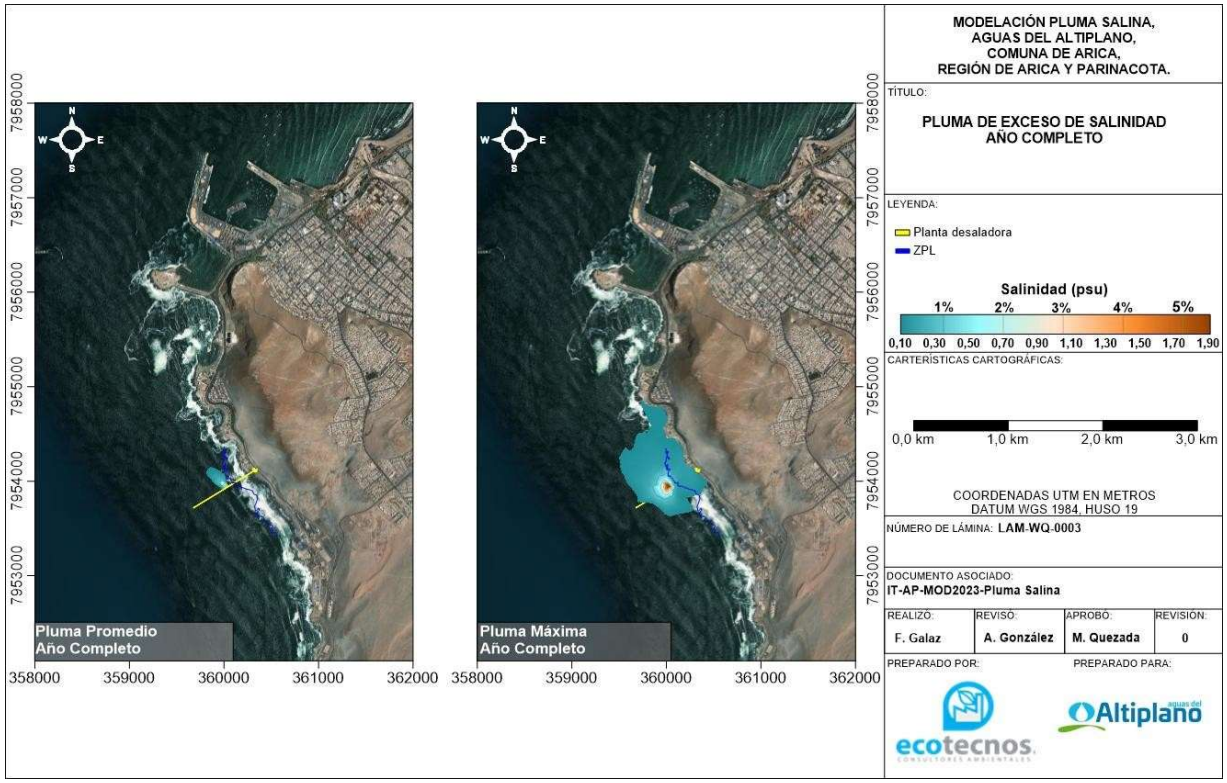
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto a los impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y descarga de salmuera, particularmente en la fase de operación se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento estimación de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE), mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de

seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo PAS 119 Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Particularmente, en relación con los mariscos, en el Anexo 3.14 de la Adenda se realizó una caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros. Considerando estos que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Observación N° 78:

Perdida del ecosistema económico

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la pérdida del ecosistema económico, es decir, de la actividad de pesca, buceo y recolección de orilla que se sostiene en los recursos marinos de Arenillas Negras. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó esta actividad, cómo se mantiene durante la fase de construcción, la disponibilidad de los recursos marinos que la sostienen, el compromiso y la condición asociados a esa etapa y lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

Esta actividad fue evaluada de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron, además, que la principal fuente de ingresos de quienes desarrollan esta actividad proviene de la extracción y venta de productos del mar, que se comercializan directamente en caletas, mercados locales y ferias, y que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia en este trabajo (Adenda 1, p.157).

Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

En cuanto a los recursos marinos que sostienen la actividad, conforme al análisis de esta Dirección Regional, la restricción recae sobre el acceso, y el hábitat que sostiene el recurso también se mantiene. El único banco natural identificado corresponde al choro zapato (Choromytilus chorus), determinado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244). Durante la construcción, la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el banco natural se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152).

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el banco natural de choro zapato será monitoreado

por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Este plan incluye el monitoreo de la fauna íctica, es decir, los peces, y el monitoreo semestral de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), y la Gobernación Marítima de Arica lo exige durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Así, concluidas las obras, la actividad económica asociada a la extracción y comercialización de los recursos puede seguir desarrollándose en el sector.

De lo expuesto se desprende que la actividad económica de pesca, buceo y recolección de orilla de Arenillas Negras, cuya principal fuente de ingresos es la extracción y venta de productos del mar, y los recursos marinos que la sostienen, se mantienen en ambas fases del Proyecto. En la construcción, la restricción de acceso al mar es temporal y parcial y corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, el banco natural de choro zapato se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos, y se suman el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y un Plan de Vigilancia Ambiental que monitorea el banco natural de choro zapato y que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la operación, la actividad económica puede seguir desarrollándose

Observación N° 79:

Perdida de la playa arenillas negras, al no poder trabajar en el sector

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la pérdida de la playa Arenillas Negras como lugar de trabajo. Para responder, se describe lo que ocurre en la playa y en el mar durante la fase de construcción del Proyecto, el compromiso y la condición que acompañan esa etapa para quienes trabajan en el sector, y luego lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

Durante la fase de construcción, el trabajo en Arenillas Negras podrá desarrollarse. En la playa, la intervención que permanece durante toda la construcción corresponde a la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, cuya superficie se reduce a medida que avanzan las obras, desde aproximadamente 1,10 hectáreas en la primera etapa hasta aproximadamente 0,48 hectáreas en la etapa final (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28), y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, las obras marítimas, es decir, la instalación de las tuberías submarinas de captación y de descarga, requieren un buffer de seguridad, que corresponde a una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías mientras se instalan, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área donde se realiza la recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se organizan de la siguiente forma: las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, con un intervalo mínimo de dos semanas entre una y otra, una duración de 20 minutos cada una y priorizando los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49); y las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre una y otra, y su zona de evacuación se aplica solo en el mar y por los 20 minutos que dura cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos, y finalizado ese lapso vuelve a regir solo el buffer de seguridad de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). El Titular avisará cada tronadura con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). La restricción temporal y parcial de acceso al mar que generan el buffer de seguridad y las evacuaciones por tronadura fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, las obras marítimas del borde costero, incluida la PEAM, quedan soterradas, es decir, bajo tierra, en el borde costero de Arenillas Negras, junto a la avenida Comandante San Martín (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y sobre la PEAM se emplazará una obra de arquitectura integrada al borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.203); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). De esta forma, durante la operación la playa y el mar de Arenillas Negras quedan disponibles para la pesca, el buceo y la recolección de orilla, junto con los demás usos del sector.

En razón de lo anterior, la playa Arenillas Negras se mantiene como lugar de trabajo durante ambas fases del Proyecto. En la construcción, el trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla podrá desarrollarse: en la playa, la intervención que permanece es la instalación de faenas de la PEAM, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras y mantiene el acceso a la orilla por el norte y por el sur, y en el mar, el buffer de seguridad de las obras marítimas se mantiene entre los meses 4 y 14 de la construcción, coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores. Las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año, separadas por al menos dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores, y las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre cada una y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos. Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación. Esta restricción temporal y parcial corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción, y en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa. A ello se suman el aporte de $3.000.000 para equipamiento de pesca a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición que complementa el Protocolo de avisaje, por la cual el Titular informa, dentro de las 24 horas siguientes, el término de cada restricción y, con al menos cinco días de anticipación, el inicio de la siguiente. En la operación, la PEAM queda soterrada bajo una obra de arquitectura integrada al borde costero, el emisario queda enterrado en su mayor parte bajo el fondo marino, la torre de captación y el punto de descarga se ubican fuera de la ZPL y el acceso al sector se mantiene libre, de modo que la playa y el mar de Arenillas Negras quedan disponibles para la pesca, el buceo, la recolección de orilla y los demás usos del sector.

Observación N° 80:

Perdida al acceso a la costa, no se podrá bucear

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por el acceso a la costa y por la posibilidad de bucear en el sector de Arenillas Negras. Para responder, se describe lo que ocurre con el acceso a la playa y al mar durante la fase de construcción del Proyecto y cómo fue evaluado, el compromiso y la condición que acompañan esa etapa para quienes bucean y recolectan en el sector, y luego lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

Durante la fase de construcción, el acceso a la costa y el buceo en Arenillas Negras podrán desarrollarse. En la playa, la intervención que permanece durante toda la construcción corresponde a la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, cuya superficie se reduce a medida que avanzan las obras, desde aproximadamente 1,10 hectáreas en la primera etapa hasta aproximadamente 0,48 hectáreas en la etapa final (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28), y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, las obras marítimas, es decir, la instalación de las tuberías submarinas de captación y de descarga, requieren un buffer de seguridad, que corresponde a una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías mientras se instalan, con una superficie de 75.500 metros cuadrados (7,55 hectáreas), activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área donde se realiza la recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se organizan de la siguiente forma: las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, con un intervalo mínimo de dos semanas entre una y otra, una duración de 20 minutos cada una y priorizando los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49); y las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre una y otra. Durante cada tronadura submarina se aplica una zona temporal de evacuación marina de aproximadamente 114,9 hectáreas, frente a unos 1.503,5 metros de costa, solo por los 20 minutos que dura cada evento; esta evacuación se limita al mar, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos, y finalizado ese lapso vuelve a regir solo el buffer de seguridad de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). El Titular avisará cada tronadura con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). La

restricción temporal y parcial de acceso al mar que generan el buffer de seguridad y las evacuaciones por tronadura fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, las obras marítimas del borde costero, incluida la PEAM, quedan soterradas, es decir, bajo tierra, en el borde costero de Arenillas Negras, junto a la avenida Comandante San Martín (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y sobre la PEAM se emplazará una obra de arquitectura integrada al borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.203); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). De esta forma, durante la operación la costa y el mar de Arenillas Negras quedan disponibles para el buceo, la pesca y la recolección de orilla, junto con los demás usos del sector.

Atendido lo expuesto, el acceso a la costa y el buceo en Arenillas Negras se mantienen durante ambas fases del Proyecto. En la construcción, la playa sigue disponible, ya que la intervención que permanece en ella es la instalación de faenas de la PEAM, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras y mantiene el acceso a la orilla por el norte y por el sur, y en el mar, el buffer de seguridad de las obras marítimas, de 7,55 hectáreas, se mantiene entre los meses 4 y 14 de la construcción, coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores. Las nueve tronaduras terrestres se

ejecutan entre abril y septiembre del primer año, separadas por al menos dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores, y las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre cada una y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos. Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación. Esta restricción temporal y parcial corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción, y en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa. A ello se suman el aporte de $3.000.000 para equipamiento de pesca a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición que complementa el Protocolo de avisaje, por la cual el Titular informa, dentro de las 24 horas siguientes, el término de cada restricción y, con al menos cinco días de anticipación, el inicio de la siguiente. En la operación, la PEAM queda soterrada bajo una obra de arquitectura integrada al borde costero, el emisario queda enterrado en su mayor parte bajo el fondo marino, la torre de captación y el punto de descarga se ubican fuera de la ZPL y el acceso al sector se mantiene libre, de modo que la costa y el mar de Arenillas Negras quedan disponibles para el buceo, la pesca, la recolección de orilla y los demás usos del sector.

36. Observante: Deibi Estif Henriquez Parra

Observación N° 81:

No a la planta desalinizadora por contaminación de nuestras costa y playa arenillas negras, Lisera y Laucho, ya que yo vivo del mar como buzo recolector, ya que van a contaminar nuestro recurso como pulpo, almejas, jaibas y erizos y otras especies.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea el rechazo a la planta desalinizadora por la contaminación que provocaría en la costa y en las playas Arenillas Negras, La Lisera y Laucho, y por el efecto que esa contaminación tendría sobre el pulpo, las almejas, las jaibas, los erizos y otras especies, recursos de los que vive como buzo recolector. Para responder, se presenta qué descarga el Proyecto al mar, incluidos los productos químicos que utiliza la planta, cómo se dispersa esa descarga, qué ocurre con los recursos que se extraen en el sector y cómo se controla la descarga durante la operación; luego, qué relación tiene el Proyecto con las playas La Lisera y El Laucho y, finalmente, la posición de rechazo al Proyecto.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la única descarga al mar corresponde a la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso de desalinización, libre de sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56). En su proceso, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Se trata de agua de mar concentrada en sales, libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda

Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). Esta salmuera cumplirá con los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La salmuera se conduce por el emisario, es decir, la tubería que la devuelve al mar, que va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, Cuadro N°1.48, p.1.80), y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79).

En cuanto a su dispersión, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y se reduce con la distancia: baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). En el 68% de los escenarios evaluados, el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Los recursos que menciona la observación están registrados en la línea base del expediente, que describe que, mediante el buceo, se obtienen pulpos, almejas, piure, jaibas y erizos (Adenda Complementaria, p.197). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies, y el pulpo del norte y la almeja fueron los principales recursos extraídos tanto por los recolectores como por los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Respecto de la vida marina, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). El único banco natural identificado corresponde al choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación. Su objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las

comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces. Además, monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Respecto de La Lisera, una parte de esta playa, ubicada a 600 metros al norte del Proyecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222), queda dentro del área de influencia de medio humano exclusivamente por las tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas bajo el agua para fragmentar roca, que se ejecutan durante la construcción. Durante cada una de estas cinco tronaduras se aplica una zona de evacuación en el mar, que rige solo por los 20 minutos que dura cada evento (Adenda Complementaria, Figuras N°6.54 y N°6.57, pp.368 y 371; Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Las cinco tronaduras se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y suman en total 100 minutos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.55). Concluida la quinta tronadura, la zona de evacuación deja de aplicarse, y con ella la única relación del Proyecto con La Lisera. La inclusión de esta playa en el área de influencia responde, por tanto, a una restricción breve de acceso al mar durante la construcción. La descarga de salmuera, por su parte, se diluye en las inmediaciones del punto de descarga, ubicado a 10 metros de profundidad y fuera de la ZPL, con un exceso de salinidad que baja al 5% a 2,13 metros, y se dispersa hacia sectores más alejados de la costa, como se describió. Playa El Laucho se ubica fuera del área de influencia de medio humano (Adenda Complementaria, Figura N°6.57, p.371).

Sobre la posición de rechazo al Proyecto, la decisión sobre su calificación ambiental, es decir, su aprobación o rechazo, la adopta la Comisión de Calificación sobre la base del Informe Consolidado de Evaluación, y los planteamientos de esta observación forman parte de los antecedentes que se ponen a su disposición.

Reunidos estos antecedentes, respecto de la contaminación de la costa y de los recursos que plantea la observación, la única descarga al mar del Proyecto es salmuera. Los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, cumplirá los límites de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000 y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL. El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso se reduce al 5% a 2,13 metros de la descarga y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa. Los efectos adversos sobre organismos marinos comienzan a partir de 40,54 psu, por sobre la salinidad que genera la descarga, y el banco natural de choro zapato será monitoreado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación, cuyos resultados se informan a la SMA. La inclusión de una parte de La Lisera en el área de influencia responde

exclusivamente a las cinco tronaduras submarinas de la construcción, que suman 100 minutos fuera del verano, y playa El Laucho se ubica fuera del área de influencia.

37. Observante: Dagoberto Antonio Vivanco Vivanco

Observación N° 82:

Impacto Ambiental ecosistema costero: Muerte progresiva de los recursos naturales que se extraen de orillas del mar – Arenillas Negras

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección **Suelo**, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

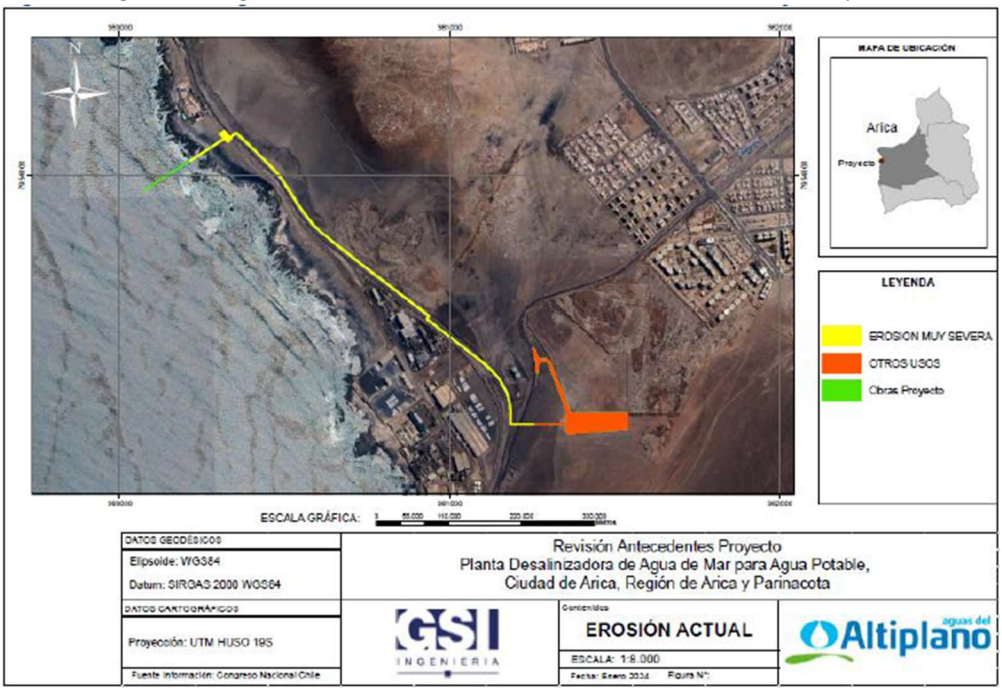
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

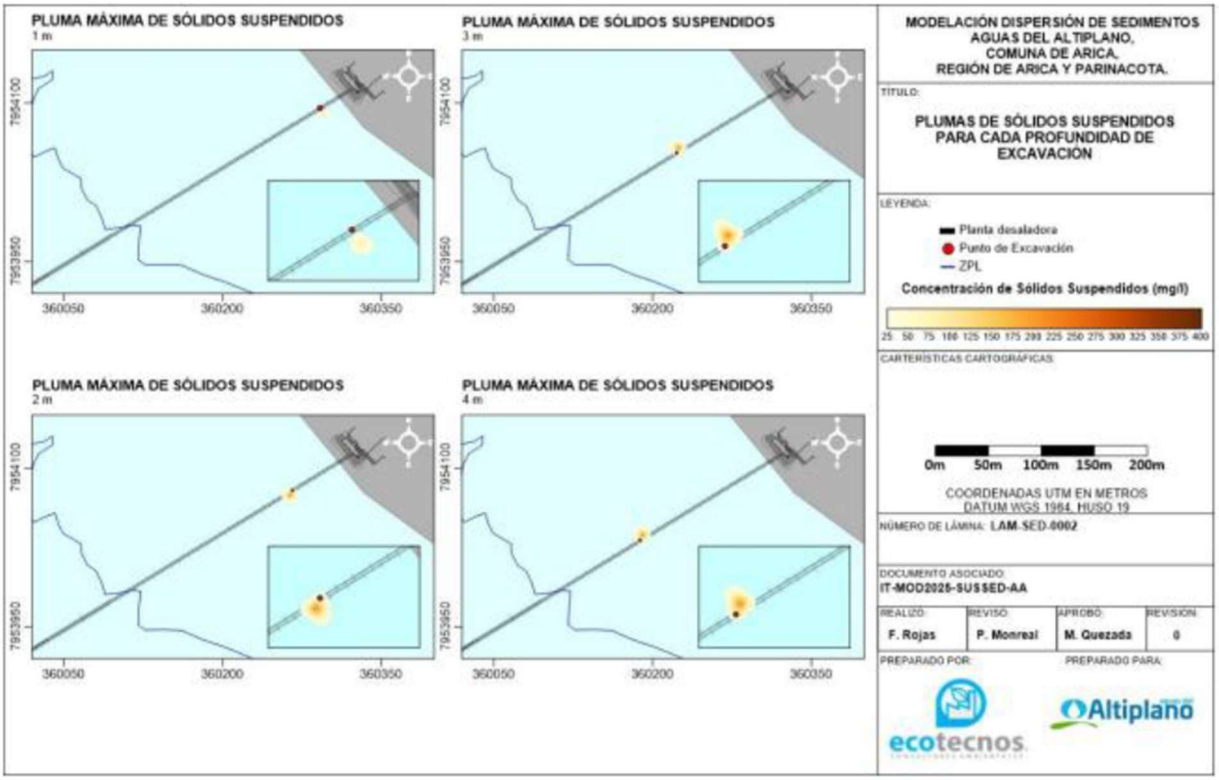
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

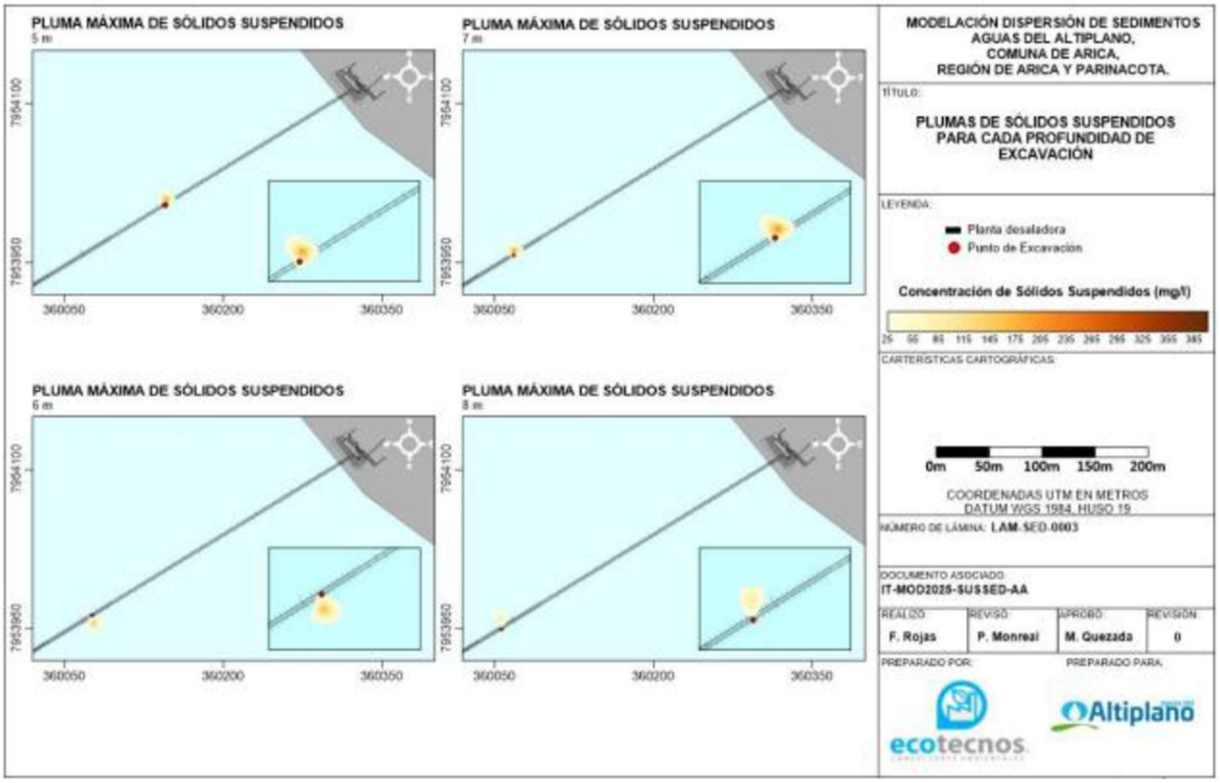
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico21

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

21 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual22

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

21. 29,5 [m] para actividades de perforación;

22. 34,3 [m] para actividades de dragado;

23. 533 [m] para actividades de embarcación;

24. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

25. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

22 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

26. 2 [m] para actividades de perforación;

27. 3 [m] para actividades de dragado;

28. 11 [m] para actividades de embarcación;

29. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

30. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

31. 613,17 [m] para actividades de perforación

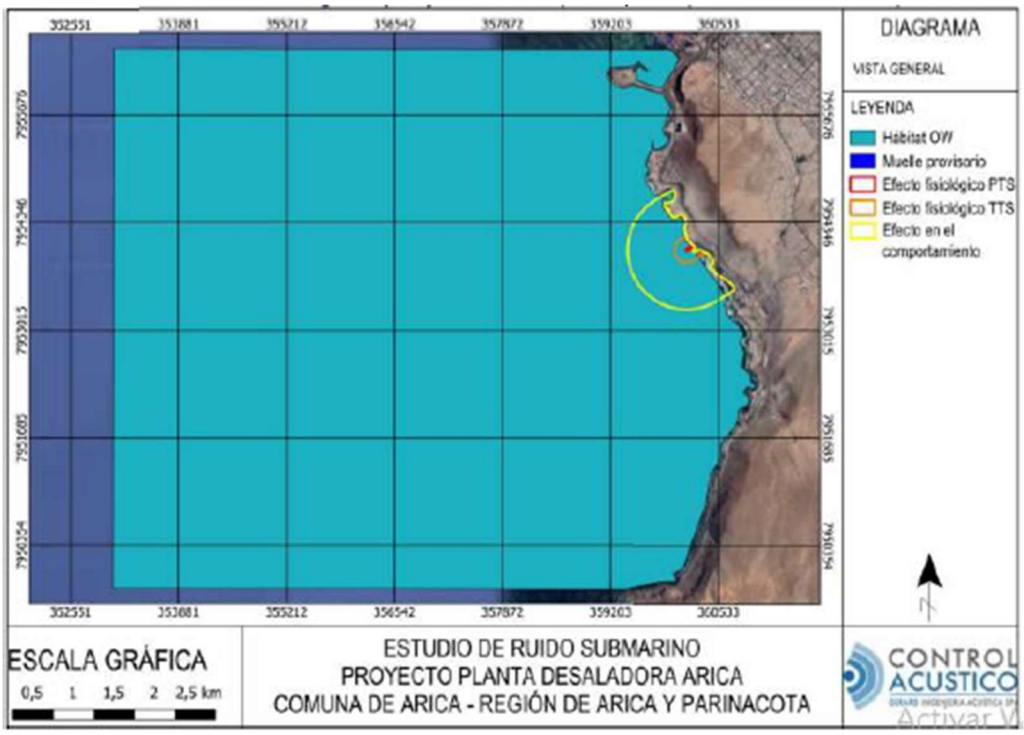
32. 730,36 [m] para actividades de dragado;

33. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

34. 3094 [m] para actividades de tronaduras

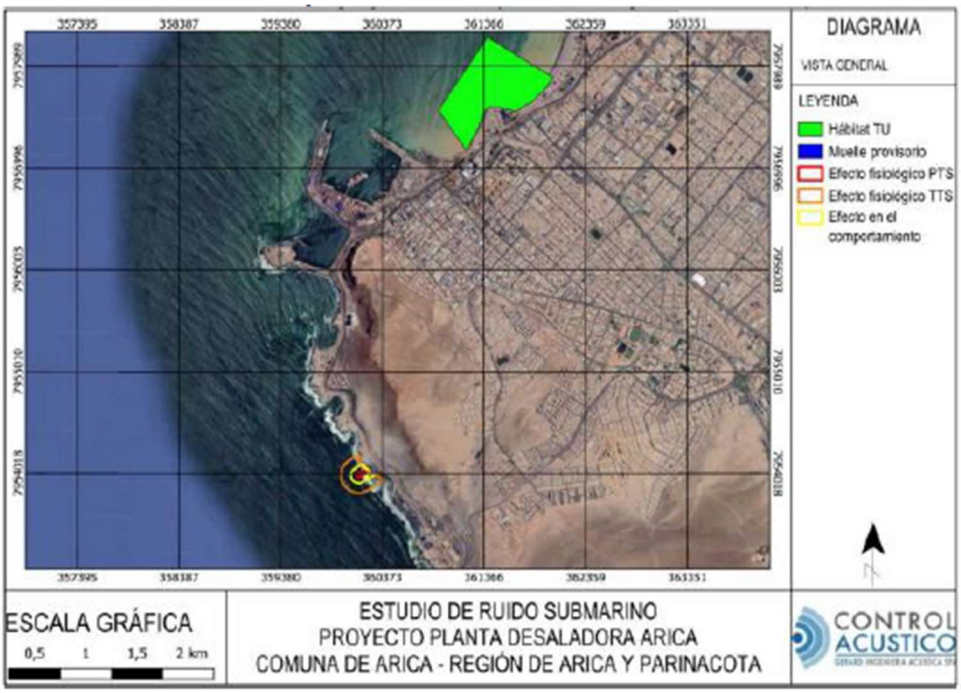
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



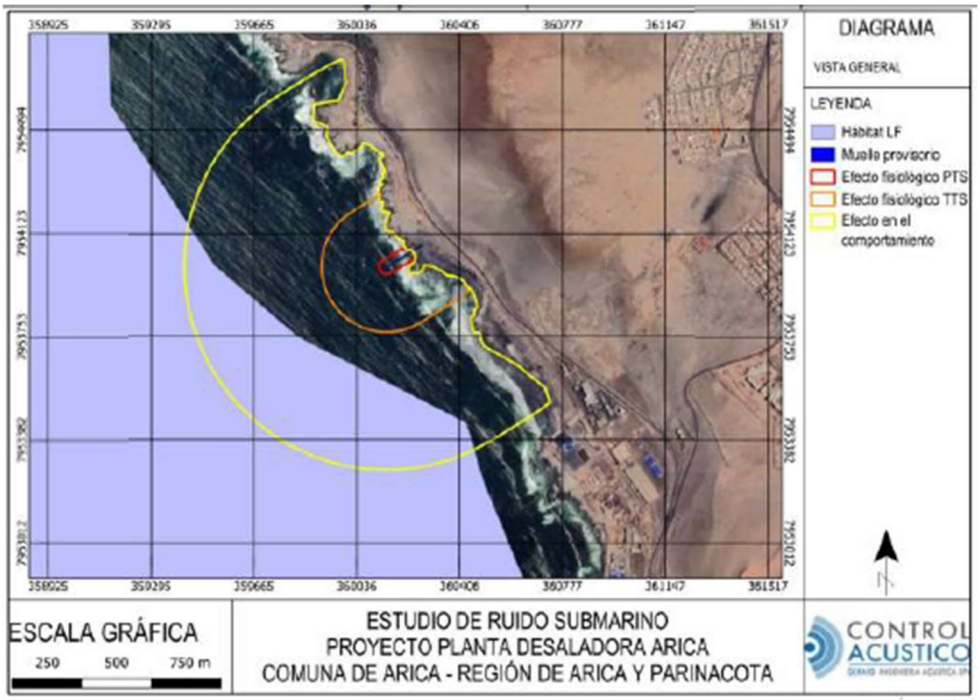
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

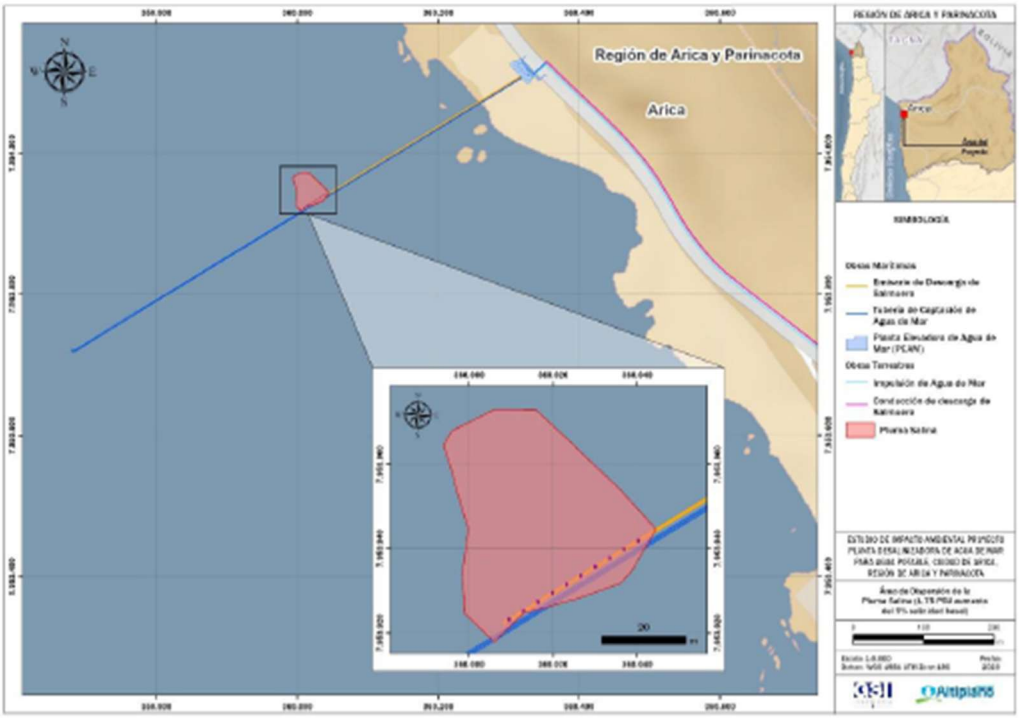
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

FIgura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

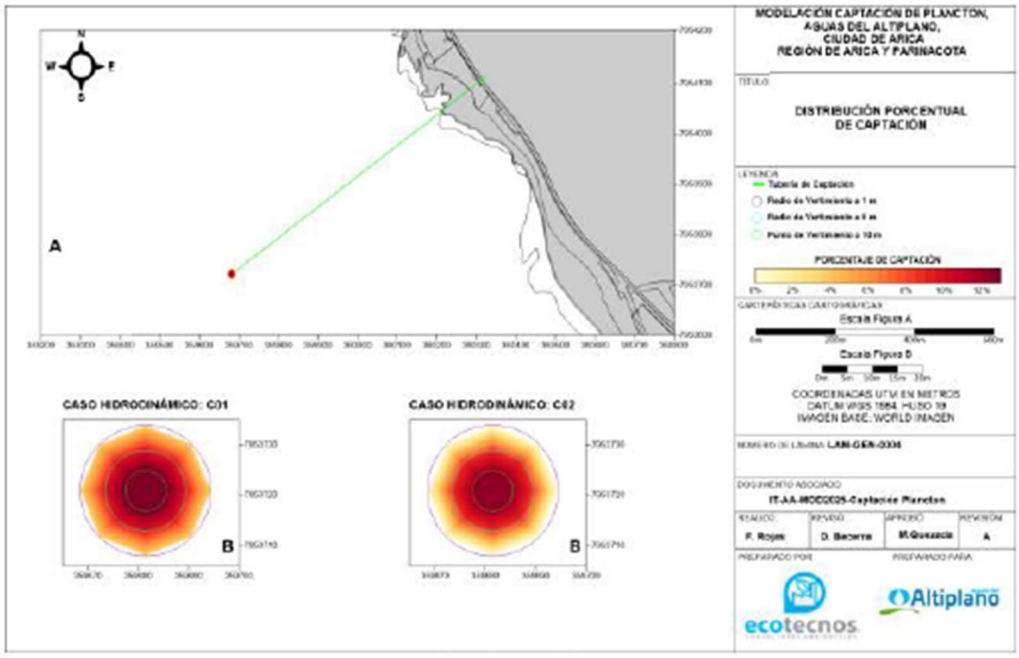
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 83:

Salinidad del agua: Se producirá una capa de salmuera en el fondo marino, morirán las especies que allí habitan.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

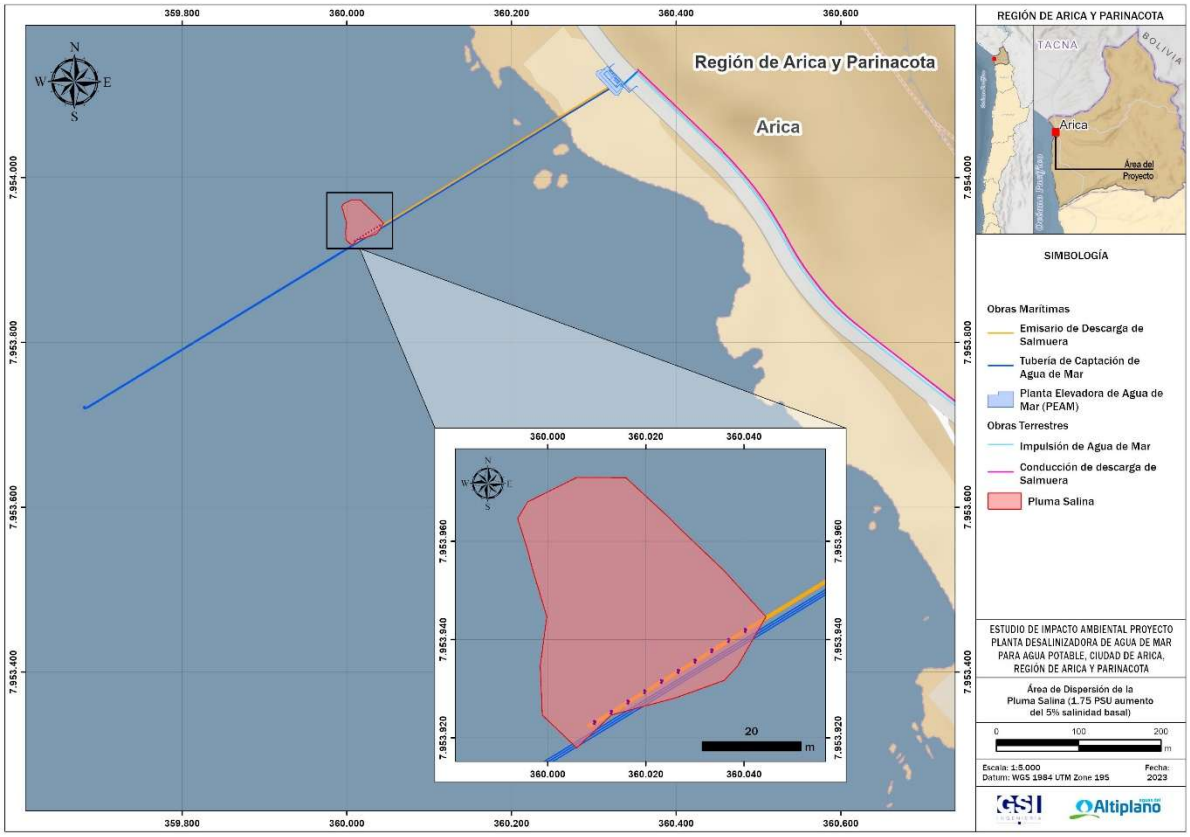
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

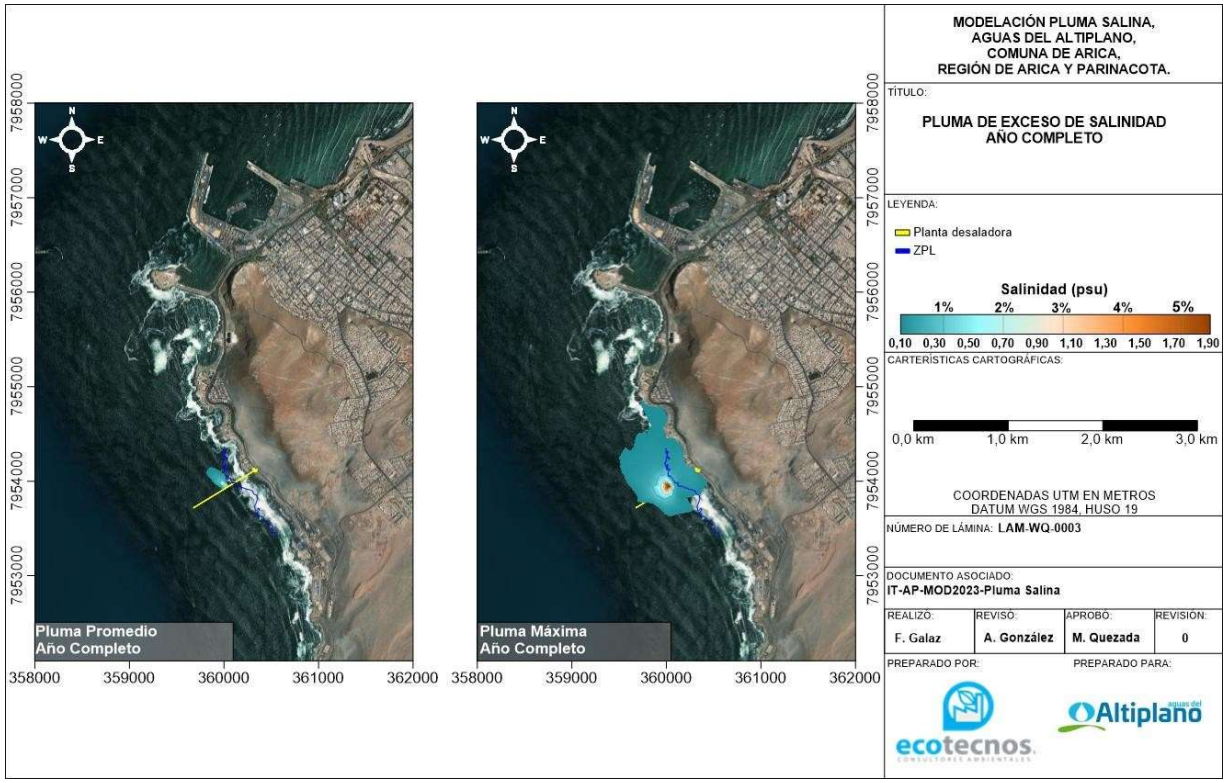
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino. Lo anterior, permite concluir que no se formará una capa de salmuera en el fondo marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos

"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Adicionalmente, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas.

Observación N° 84:

Tóxicos químicos: Afectación directa a los buzos en la piel y quemadura y visión o vista. Alergias.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea tres afectaciones para los buzos que trabajan en el sector: daño en la piel por quemadura, afectación a la visión y desarrollo de alergias, todas atribuidas a tóxicos químicos asociados al Proyecto. Para responder de manera ordenada, se explica primero qué productos químicos utiliza efectivamente la planta durante su operación, dónde se manejan en relación con el sector costero donde trabajan los buzos, y qué controles existen para evitar que esos productos, o sus residuos, lleguen hasta ellos.

El proceso de producción de agua desalada comienza con la captación de agua de mar mediante una torre submarina ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610), desde donde el agua es impulsada hacia la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), con acceso desde la avenida San Ignacio de Loyola (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.27). Ahí, el agua pasa a presión por membranas que retienen

la sal, entregando como resultado agua desalada, junto con un remanente más salado llamado salmuera, que se devuelve al mar.

Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

El hipoclorito de sodio y el metabisulfito de sodio están clasificados como sustancias corrosivas, Clase 8, es decir, materias que, por contacto, dañan el tejido epitelial de la piel, las mucosas o los ojos, y su transporte, almacenamiento, uso y disposición final se realizan conforme a su Hoja de Datos de Seguridad (HDS), documento que establece cómo manejar cada sustancia de forma segura (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.211-1.212). Ambas se almacenan en la planta en estanques con pretil de contención, es decir, una estructura que retiene el producto ante un eventual derrame (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.64).

El agua resultante de la limpieza de las membranas y del retrolavado de los filtros pasa, antes de cualquier otro destino, por un estanque de neutralización, que es un recipiente donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro. Este estanque cuenta con un medidor de pH, instrumento que mide qué tan ácida o básica es una sustancia, para comprobar que el agua quedó totalmente neutralizada antes de enviarse al tanque de salmuera; está construido en acero inoxidable, material que evita el peligro de corrosión que puedan ocasionar las sustancias añadidas, y cuenta con su propio pretil de contención (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.77).

Una vez neutralizada, esta agua se integra al flujo de salmuera, que se devuelve al mar de forma continua: el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración

de sal que resulta del proceso, tiene 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de difusores (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), donde ocho difusores, es decir, pequeñas salidas por donde se libera la salmuera, se distribuyen espaciados cada 4 metros (Adenda Complementaria, p.804). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79).

Sobre hacia dónde se dirige esta descarga una vez en el mar, los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, ejecutados tanto en marea llenante como vaciante, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

El expediente declara, sobre esta descarga, que mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y que está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). Una vez en el mar, la descarga se mezcla progresivamente con el agua de alrededor y forma una pluma salina, es decir, una zona de mayor salinidad que disminuye al alejarse del punto de descarga. El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112); en el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y en el 68% de los escenarios evaluados el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6).

La salmuera cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La descarga se verifica mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)

dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Ante un eventual derrame rige, además, el Plan de Emergencias y Contingencias, que contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de los residuos líquidos para el cumplimiento de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga, el mantenimiento preventivo del emisario submarino y la capacitación periódica o semestral del personal, con la detención de la Planta de Osmosis Inversa por orden del Jefe de Emergencia ante un derrame de mayor magnitud, hasta establecer su causa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52). En el caso de una liberación de salmuera, se suspende temporalmente la descarga al emisario submarino hasta corregir la falla (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, p.8.53).

En cuanto a la salud de las personas, el expediente analiza la alteración del recurso natural agua asociada a la salud de la población y, para la fase de operación, señala que la salinidad media de la zona se mantiene con un aumento máximo del 1% y que se dará cumplimiento a la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, por lo que los parámetros se encontrarán bajo esa norma, concluyendo que "se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en fase de operación" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25).

Habida cuenta de lo expuesto, respecto de las afectaciones a la piel, la visión y las alergias que plantea la observación, el hipoclorito de sodio y el metabisulfito de sodio, sustancias corrosivas por contacto, se manejan conforme a sus Hojas de Datos de Seguridad y se almacenan en estanques con pretil de contención. Los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el agua de lavado se neutraliza en un estanque con medidor de pH, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, cumplirá los límites de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000 y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL, con una dispersión hacia sectores alejados de la costa. El expediente descarta riesgo a la salud de la población asociado al agua en la fase de operación, y la descarga se verifica mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigido durante toda la operación y un Plan de Emergencias y Contingencias.

38. Observante: Manuel Antonio Veliz Bruna

Observación N° 85:

Contaminación del mar: Químicos que al arrojarlos al mar matara las especies marinas dejando la zona costera infértil

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto, durante la fase de operación, realizará manejo de productos químicos vinculado directamente con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Los principales productos considerados corresponden a ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono.

Tabla: Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año	2 m³	Estanque
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones	115 kg/día	16,3 m³/año	1 m³	IBC

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
	en membranas de OI				
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año	3 m³	Estanque
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año	5 m³	Estanque
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año	1 m³	IBC
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año	1 m³	IBC
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año	1 m³	IBC

Fuente: Cuadro N° 2.58, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

El ácido sulfúrico se utilizará para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³.

El cloruro férrico se utilizará como reactivo asociado a la coagulación durante el tratamiento, con un consumo aproximado de 418 kg/día, equivalente a 0,30 m³/día, un suministro anual estimado de 78,5 m³ y un almacenamiento máximo de 3 m³.

El antiincrustante se utilizará para prevenir la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, considerando aproximadamente 115 kg/día, equivalentes a 0,06 m³/día, con un suministro anual de 16,3 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El hipoclorito de sodio será utilizado como bactericida para el proceso de producción de agua y para la protección de membranas, filtros y tuberías. Se consideran aproximadamente 9 kg/día, equivalentes a 0,08 m³/día, un suministro anual de 21,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El metabisulfito de sodio se utilizará en el tratamiento asociado al sistema de membranas, con un consumo aproximado de 48 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 8,6 m³ y una capacidad máxima de almacenamiento de 1 m³.

El hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH en el postratamiento, particularmente cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

Finalmente, el dióxido de carbono se utilizará durante el proceso de remineralización del agua desalada, junto con los contactores de calcita, permitiendo restituir calcio y ajustar las características fisicoquímicas del agua producto. Se considera un consumo aproximado de 518 kg/día, equivalente a 0,63 m³/día, un suministro anual de 165,3 m³ y un estanque de almacenamiento de 5 m³.

La distribución espacial de estas sustancias responde directamente a los procesos en los cuales son utilizadas. En consecuencia, los reactivos no se concentran en una única bodega de sustancias peligrosas, sino que se emplazan próximos a sus respectivos puntos de dosificación, dentro de las áreas de proceso de la PTOI.

De acuerdo con las características de las sustancias utilizadas y los residuos generados, los recursos naturales renovables que podrían presentar una exposición ante una pérdida accidental de contención corresponden principalmente al suelo y al medio acuático, pudiendo derivarse secundariamente efectos sobre flora o fauna cuando éstos dependan de dichos medios.

El mecanismo de afectación terrestre requeriría que una sustancia química o residuo líquido abandonara su sistema primario de almacenamiento y alcanzara posteriormente el terreno natural.

Sin embargo, los principales almacenamientos líquidos considerados para la operación incorporan dos niveles sucesivos de confinamiento: el recipiente o estanque primario y un sistema secundario de pretiles o retención. Adicionalmente, éstos se emplazan sobre losas o superficies de hormigón y áreas lavables.

En consecuencia, un fallo aislado del recipiente principal no determina por sí mismo una descarga al suelo. Para que se produzca una interacción efectiva con dicho recurso debería ocurrir adicionalmente una pérdida o superación del sistema secundario de contención, configurándose así una situación de contingencia y no una condición propia del manejo normal de las sustancias.

La misma lógica se verifica respecto de los residuos peligrosos, cuyo almacenamiento temporal se efectúa sobre una superficie impermeabilizada y provista de retención de derrames.

La configuración actual del Proyecto contempla el almacenamiento de ácido sulfúrico y cloruro férrico en el patio norte del pretratamiento; los IBC de hipoclorito de sodio y metabisulfito de sodio asociados al pretratamiento; el antiincrustante próximo a la unidad de ósmosis inversa; el hidróxido de sodio en el sector de postratamiento; el estanque de dióxido de carbono asociado a la remineralización; y sectores específicos para el almacenamiento temporal de residuos.

Esta configuración mantiene los productos dentro de áreas de proceso habilitadas y funcionalmente asociadas a sus respectivos puntos de utilización, incorporando sistemas de contención y superficies

destinadas al control de eventuales derrames. La localización de los almacenamientos no genera nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables.

Estas precisiones de emplazamiento no modifican la naturaleza del manejo evaluado ni generan nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables. Por el contrario, la definición actual permite verificar que los productos se emplazan dentro de áreas de proceso habilitadas y asociados funcionalmente a los puntos donde son utilizados, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames.

Asimismo, la cantidad total de sustancias peligrosas almacenadas durante la operación se mantiene inferior a 30 toneladas, y la instalación considera recintos y sistemas de contención secundaria para su almacenamiento.

La operación normal de la PTOI no contempla almacenamiento masivo de combustibles, dado que su suministro energético será fundamentalmente eléctrico. El uso de combustibles durante la operación se restringe a cantidades menores vinculadas al transporte de insumos y residuos y a equipos móviles de mantención.

Tabla: Vías potenciales de afectación y medidas de control

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Almacenamiento de reactivos líquidos	Rotura o pérdida de estanque/IBC	Suelo	Derrame y eventual infiltración	Contención secundaria ≥110%, losa de hormigón, superficies lavables
Dosificación de reactivos	Falla de conexión, bomba o tubería	Suelo	Liberación localizada de producto químico	Inspección, mantenimiento, control operacional y procedimientos de contingencia
Bodega RESPEL	Fuga desde recipiente contaminado	Suelo	Escurrimiento o infiltración	Bodega impermeabilizada, losa antiderrame, retención 1,5 veces el volumen almacenado
Manipulación de combustible en construcción	Derrame accidental	Suelo	Contacto directo con terreno	Almacenamiento controlado y materiales absorbentes
Obras marítimas	Derrame de hidrocarburos u otras	Agua de mar y biota acuática	Liberación directa al medio marino	Cierre de válvulas, detención de bombeo, barreras y absorbentes

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
	sustancias nocivas			
RSD y residuos asimilables	Caída, dispersión, olores, vectores o escurrimiento	Suelo, fauna	Contacto o dispersión desde área de acopio	Contenedores herméticos, piso lavable, techumbre, desratización y retiro programado

Fuente: Cuadro N° 2.64, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Durante la operación, si bien el uso de reactivos es continuo debido a su integración al proceso de desalación, éstos se almacenan en volúmenes acotados, dentro de instalaciones industriales habilitadas y próximas a sus respectivos puntos de utilización, reduciendo los requerimientos de manipulación y traslado interno.

En los reactivos líquidos, la existencia de estanques o IBC cerrados, pretiles con capacidades de retención de al menos el 110% del volumen almacenado y superficies de hormigón constituye una barrera física entre las sustancias y el suelo. En consecuencia, no existe una vía de contacto directo con el recurso suelo durante el manejo normal de los productos.

Los residuos peligrosos y no peligrosos tampoco serán dispuestos directamente sobre el terreno, sino que serán almacenados temporalmente en instalaciones diferenciadas, sobre superficies especialmente acondicionadas, y posteriormente retirados mediante gestores autorizados.

En el medio marino, una liberación accidental podría generar contacto inmediato entre la sustancia derramada y el agua de mar. Este mecanismo se encuentra asociado principalmente a contingencias durante la construcción de las obras marítimas y cuenta con medidas específicas destinadas a detener la liberación, limitar su dispersión y recuperar el producto.

Por consiguiente, si bien la utilización y manejo de productos químicos y residuos constituye una fuente potencial de interacción con los recursos naturales renovables, las condiciones de manejo definidas para el Proyecto permiten evitar una exposición permanente o sistemática de éstos. Las eventuales vías de afectación identificadas corresponden fundamentalmente a situaciones accidentales y se encuentran controladas mediante sistemas de contención, superficies impermeables o lavables, segregación de residuos, inspección, mantenimiento y procedimientos específicos de contingencia y emergencia.

En virtud de lo anterior, no se prevé que la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias genere una alteración significativa de la calidad, cantidad, disponibilidad o capacidad de regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto señala en su Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Contingencias y Emergencias, considera medidas en torno a Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES).

Tabla: Derrame y/o RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Riesgo o Contingencia	Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES)
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de construcción y operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	35. Bombas de alta presión – Área Planta de Osmosis Inversa 36. Descarga de salmuera – Área Planta de Osmosis Inversa 37. Filtro autolimpiante y Ultrafiltración – Área de Pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de RILES, que puedan afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes: **Área Planta de Osmosis Inversa** 38. Se realizará muestreo y medición periódica o semanal de RILES, para el cumplimiento del DS 90/2000 del MINSEGPRES (tabla 5) 39. Se realizará monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga de RILES. 40. Se realizará mantenimiento preventivo de elementos de monitoreo, medición y control, tales como: válvulas de control, medidores de caudal, pH, conductividad eléctrica, y temperatura. 41. Se realizará mantenimiento preventivo de emisario submarino 42. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la operación segura de la descarga de aguas residuales a través del emisario submarino

Riesgo: Derrame de RILES	
	43. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad de la planta de osmosis inversa **Sector Pretratamiento.** 44. Los filtros autolimpiantes cuentan con un diseño y construcción conforme a estándares nacionales e internacionales. El monitoreo de presión se realiza desde la sala de control para detectar posibles alteraciones de los parámetros de operación. Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	45. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 46. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas de mantenimiento preventivo. 47. Registro sobre el permiso o autorización de descarga de RILES en el medio marino.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a una situación de emergencia por derrame de RILES, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 48. En el caso de un derrame mayor en la Planta de Osmosis Inversa, o el área de pretratamiento o filtración asociado a RILES producto de limpieza química o agua de descarte a emisario submarino, el Jefe de Emergencia solicita al personal de operación la detención de la Planta de Osmosis Inversa, hasta establecer la causa del derrame y tomar las acciones correctivas para normalizar su funcionamiento 49. Los estanques de limpieza química disponen de un sistema de canalización hacia trincheras frente a un posible rebalse o derrame 50. En el caso de una liberación de salmuera, se deberá suspender temporalmente la descarga al emisario submarino, hasta

Riesgo: Derrame de RILES	
	corregir la posible falla o rotura de la tubería si fuera el caso. 51. En el caso que ocurra una falla o rotura de la tubería se realizará un monitoreo en la zona, de los RILes, de los sedimentos y de la biota marina, realizando una comparación de los resultados respecto a lo informado en la Línea Base, Planes de Vigilancia Ambiental existentes y normas de calidad secundarias internacionales de referencia. 52. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la implementación de medidas de contención, en el caso de un derrame de salmuera, tales como el almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación para su posterior descarga o traslado a un sitio autorizado para su tratamiento 53. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la limpieza del sector afectado por el derrame de RILES, una vez controlada la emergencia. 54. La emergencia se dará por terminada una vez que los organismos externos con competencia dicten que la emergencia ha sido controlada (en caso de contar con su apoyo), y que el Titular realice las acciones necesarias para la recuperación del nivel operacional. 55. Una vez superada la emergencia, se deben revisar las condiciones de seguridad de las instalaciones, antes de autorizar la recuperación del nivel operacional. 56. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento.
Forma de control y seguimiento	57. Simulacro de emergencia según programa anual 58. Auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual 59. Informe de emergencia 60. Registro sobre autorización sanitaria para la descarga de RILES
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso,será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias.

Riesgo: Derrame de RILES	
	De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra b) , Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Observación N° 86:

Impacto Ambiental: Un grave daño a ecosistema al devolver el agua salina /salmuera"

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

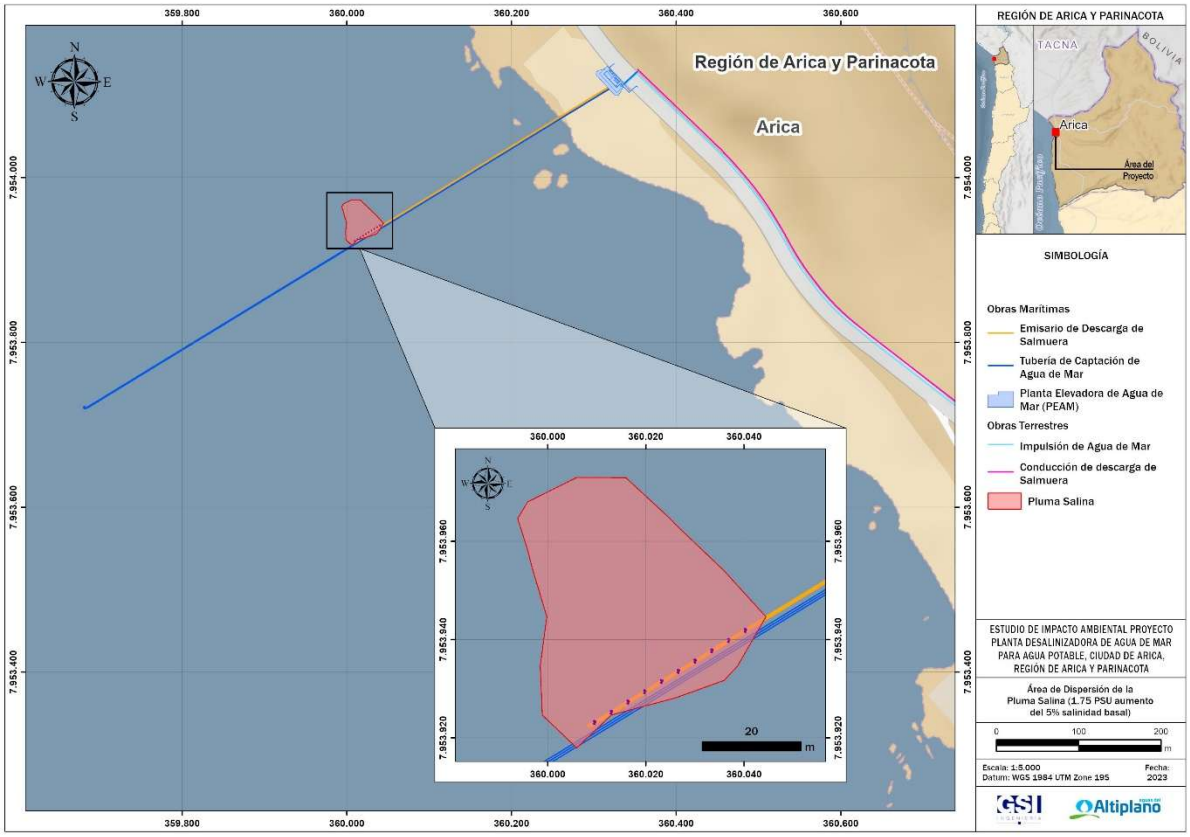
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

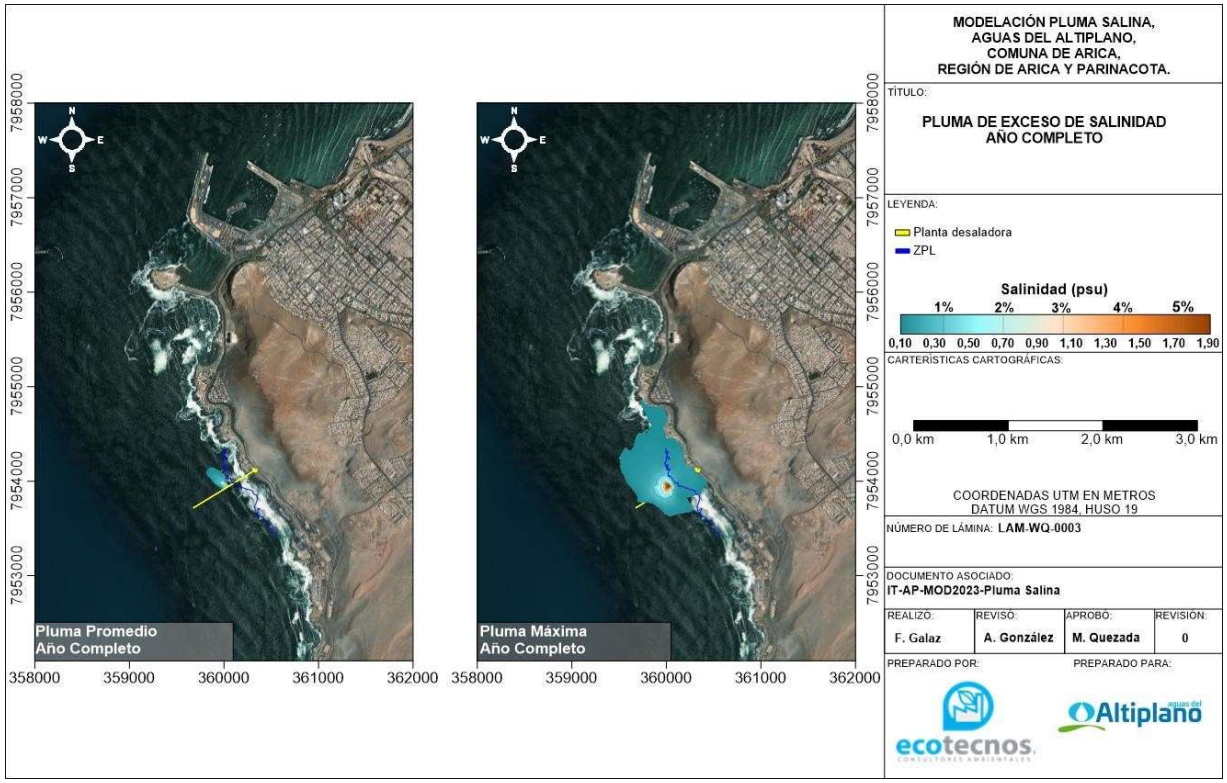
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 87:

Químicos desechados al mar: Químicos no tratados serian o serán perjudiciales para la reproducción de mariscos y peces en la orilla.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

Sin embargo, en el Anexo 9 de la Adenda Complementaria se reconoce el riesgo de derrame de sustancias peligrosas durante la fase de operación del proyecto. En este sentido, se establece un plan de prevención, que se detalla a continuación.

Tabla. Plan de prevención derrame SUSPEL

Riesgo: Derrame de SUSPEL	
Riesgo o Contingencia	Derrame de sustancias peligrosas principalmente corrosivas que corresponden a los insumos principales de la operación de la planta.
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Estanques e IBC de SUSPEL
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de sustancias peligrosas, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes: 1. Las sustancias peligrosas (SUSPEL) serán almacenadas en estanques fijos superficiales al interior de la zona de graneles y transportadas por tubería hasta el punto de dosificación. Todo el sistema cumplirá con las disposiciones o requerimientos del Decreto N°43/2015 del MINSAL 2. El metabisulfito solo será utilizado cuando se realice limpieza previa con hipoclorito de sodio, y su dosificación será controlada en forma remota. 3. Con respecto a la inyección de dióxido de carbono, se habilitarán sensores de monitoreo fijos y móviles para dióxido de carbono. Además, desde la sala de control se

	realizará el monitoreo sobre la inyección de reactivos y la capacidad de los estanques. 4. Con relación a la inyección de hipoclorito de sodio, se implementará un sistema de control remoto. Además, el sistema de inyección por medio de tuberías cumplirá con criterios de diseño nacionales. 5. El fluoruro sódico será utilizado de manera permanente y contará con un programa de vigilancia. Su dosificación será controlada en forma remota. 6. Con respecto a las medidas de prevención de derrames se destaca el uso de pretiles de contención con capacidad de 1,1 veces el volumen del estanque de mayor capacidad. 7. Se dispondrá de sensores de nivel y/o conductividad eléctrica en los pretiles de contención para detectar tempranamente posibles liberaciones y evitar la formación de perfiles de concentración con vapores irritantes. 8. El sistema de tuberías de inyección o dosificación de SUSPEL contará con un plan de mantenimiento tanto eléctrico como de instrumentación 9. Se dispondrá de un programa de mantenimiento y/o chequeo preventivo periódico de los sensores de nivel de los estanques fijos superficiales de SUSPEL 10. Procedimiento de trabajo seguro y supervisión permanente para la conexión de camiones y sus estanques durante las operaciones de descarga hacia el área de almacenamiento a granel de SUSPEL. 11. En la zona de descarga de SUSPEL, se dispondrá de un manifold de descarga separado para sustancias corrosivas ácidas y básicas, esto reducirá el riesgo de mezclar sustancias incompatibles. 12. En la zona de descarga de SUSPEL, se dispondrá de un sistema de control y neutralización de vapores en base a espuma resistente a sustancias corrosivas (tipo target 7 de ANSUL o similar) 13. Se realizarán monitoreos de pH a los sistemas de canalización de derrames, posterior a eventos hidrometeorológicos. 14. Mantener el área de almacenamiento de SUSPEL limpia y libre de remanentes de sustancias químicas. 15. El generador de emergencia cuenta con un sistema propio de suministro de combustible y un pretil autoconfinado. 16. Con respecto a la prevención de derrames de aceite dieléctrico en la sala de transformadores, los equipos eléctricos están diseñados y construidos en base a estándares de referencia nacional e internacional. 17. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la descarga y almacenamiento de sustancias peligrosas (DS N°43/2015 del MINSAL). Además, incluirá el manejo de SUSPEL incompatibles 18. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad a las instalaciones y/o sectores que involucran el uso de SUSPEL.

	Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	1. Registros de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 2. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas de mantenimiento preventivo 3. Registro de Autorización Sanitaria sobre el almacenamiento de SUSPEL
Riesgo: Derrame de SUSPEL	
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	**Durante la Emergencia:** 61. En caso de derrame de sustancias se deberá identificar la sustancia y evaluar el incidente. Además, se deberá localizar el origen del derrame o fuga. Posteriormente se deberá buscar hoja de seguridad e identificar los posibles riesgos en el curso del derrame. Además, se deberá apagar y alejar todo equipo o fuente de ignición; y se rodeará el área con material absorbente. 62. Antes de comenzar con el control o contención del derrame, se debe colocar los elementos de protección personal necesarios para el control de derrame, evitando así el contacto directo con la piel. 63. Finalmente, se deberá intentar detener el derrame o fuga, solo si se puede hacer de forma segura. En caso contrario, llamar a emergencias **Después de la Emergencia:** 64. Una vez contenida la emergencia, se deberá lavar la zona contaminada con agua, en caso de que no exista contraindicación. En caso de existir residuos sólidos contaminados, disponer en área destinada para ello (bodega RESPEL). Además, se deberá lavar los equipos y ropa utilizada.
Forma de control y seguimiento	65. Como forma de control, se mantendrá un registro de las sustancias y residuos peligrosos, con su correspondiente hoja de seguridad. 66. Se mantendrá un registro del retiro de dichos residuos. 67. Se realizarán revisiones periódicas a la bodega de residuos peligrosos y áreas de acumulación de sustancias peligrosas. 68. El suceso será notificado a la SMA a través del Sistema de seguimiento ambiental de la SMA.
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso, será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias.

Fuente: Anexo 9, Adenda Complementaria.

Observación N° 88:

Economía de los buzos: Quedaran sin fuente laboral de los buzos recolectores de orilla en Arenillas negras por lo que seremos muy afectados por la planta desalinizadora.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la fuente laboral de los buzos y recolectores de orilla de Arenillas Negras y por la afectación que les generaría la planta desalinizadora. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó este trabajo, cómo se mantiene la fuente laboral durante la fase de construcción, el compromiso y la condición asociados a esa etapa y lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

El trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla fue evaluado de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron, además, que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia y que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157).

Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, por lo que la fuente laboral de los buzos y recolectores de orilla se mantiene durante esa etapa.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las

organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, la fuente laboral de los buzos y recolectores de orilla se mantiene, y con ella la actividad económica asociada a la extracción y comercialización de los recursos.

Conforme a lo señalado, la fuente laboral de los buzos y recolectores de orilla de Arenillas Negras, que el expediente reconoce como su principal fuente de ingresos, se mantiene en ambas fases del Proyecto. En la construcción, la restricción de acceso al mar es temporal y parcial y corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, la fuente laboral de los buzos y recolectores de orilla y su actividad económica pueden seguir desarrollándose.

39. Observante: Jorge Antonio Castillo Aguilera

Observación N° 89:

Como nos afecta esta empresa a los buzos: Para nosotros los buzos nos afecta mucho este tipo de empresa ya que no será lo mismo para trabajar en ese lugar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la forma en que el Proyecto afecta a los buzos y por las condiciones para trabajar en Arenillas Negras. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó este trabajo, cómo cambian las condiciones del lugar durante la fase de construcción, el compromiso y la condición asociados a esa etapa y cómo queda el lugar durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

El trabajo de pesca, buceo y recolección de orilla fue evaluado de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

Durante la fase de construcción, el trabajo de los buzos en Arenillas Negras continúa, con cambios en las condiciones del lugar, que corresponden a una restricción temporal y parcial de acceso que se concentra en esa etapa, porque en ella se ejecutan las obras en la playa y en el mar, que requieren controles de acceso temporales por seguridad. En la playa, la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria y los materiales de la obra, se reduce de aproximadamente 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28), y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, son nueve terrestres, entre abril y septiembre del primer año, separadas por al menos dos

semanas y priorizando los lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y cinco submarinas, entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar y durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Las tronaduras terrestres y submarinas se ejecutan en días distintos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.64) y cada una se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal y parcial fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la PEAM queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y sobre ella se emplazará una obra de arquitectura integrada al borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.203); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al

sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). De este modo, concluidas las obras, los buzos pueden seguir trabajando en el sector.

Con estos antecedentes, el trabajo de los buzos en Arenillas Negras continúa en ambas fases del Proyecto, y los cambios en las condiciones del lugar son temporales y se concentran en la construcción. En esa etapa, la restricción es temporal y parcial: el buffer de seguridad coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla, las embarcaciones pueden rodear el buffer para acceder a los demás sectores, y las tronaduras significan evacuaciones avisadas de 20 minutos solo en el mar. Corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al terminar las obras, y en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada bajo una obra de arquitectura integrada al borde costero, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, los buzos pueden seguir trabajando en el sector.

Observación N° 90:

Como quedar sin recursos: Los productos que se sacan en ese lugar están muy limitados y tomando en cuenta será peor si se instala esa empresa, pero de todas maneras seguiremos luchando por nuestros recursos marinos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por la disponibilidad de los recursos marinos de Arenillas Negras con la instalación de la planta desalinizadora, junto con el interés de resguardar esos recursos. Para responder, se presenta la diversidad de recursos que el expediente registra en el sector, la restricción temporal de acceso a ellos durante la fase de construcción y lo que ocurre con los recursos en esa etapa, el compromiso y la condición asociados, y cómo se mantienen y se vigilan durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

El expediente registra una diversidad de recursos en el sector. Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en Arenillas Negras 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas, con el pulpo del norte y la almeja como principales recursos (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). En el intermareal rocoso, es decir, la franja de costa que la marea cubre y descubre, la campaña de verano de 2025 registró 60 especies o grupos de organismos, entre ellos 21 especies de moluscos, además de algas rojas, pardas y verdes (rodófitas, ocrófitas y clorófitas) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.49). A ello se suma el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244).

Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

En cuanto a los recursos durante esa etapa, la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías submarinas, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el banco natural de choro zapato se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). En las tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire alrededor

del sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), y se realizan tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Este plan monitorea la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica estableció que este plan rige durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y que cualquier cambio en su frecuencia o en sus parámetros requerirá fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En virtud de lo expuesto, los recursos marinos de Arenillas Negras se mantienen en ambas fases del Proyecto. El sector presenta una diversidad de recursos, con 21 especies desembarcadas por los recolectores de orilla, 60 especies o grupos de organismos en el intermareal rocoso y un banco natural

de choro zapato. En la construcción, la restricción de acceso al mar es temporal y parcial y corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. En esa etapa, el banco natural se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos, la cortina de burbujas atenúa el ruido y las ondas de choque de las tronaduras submarinas y los tiros falsos alejan a la fauna móvil, y se suman el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL y el acceso libre, los recursos se mantienen bajo un Plan de Vigilancia Ambiental que incluye los bancos naturales y que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la operación

Observación N° 91:

Nosotros los buzos trabajamos muchos años en este terreno para alimentar a nuestras familias y esto nos afectara mucho.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación de los buzos por el efecto del Proyecto sobre un trabajo que desarrollan desde hace muchos años en Arenillas Negras y del cual depende la alimentación de sus familias. Para responder, se presenta cómo el expediente reconoce este trabajo, cómo continúa durante la fase de construcción, junto con el compromiso y la condición asociados a esa etapa, y lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

El expediente reconoce la trayectoria de este trabajo y su importancia para las familias. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal en Arenillas Negras, de las cuales cuatro son sindicatos independientes de buzos a pulmón que reúnen a 120 integrantes (Adenda 1, Cuadro N°3.4, p.156), y las entrevistas a sus dirigentes registraron que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia y que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, desembarcaron 2,432 toneladas en el sector, principalmente almeja y pulpo del norte (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). El expediente reconoce, además, que el buceo a pulmón, en el que el buzo se sumerge apoyándose únicamente en su propia reserva de aire, representa "una labor vital para los sectores más vulnerables de la pesca artesanal", que aprovechan caladeros de fácil acceso como Arenillas Negras, y que la recolección de orilla, que se realiza a pie o buceando a pulmón hasta unos 5 o 6 metros de profundidad, depende de la accesibilidad terrestre a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69).

Durante la fase de construcción, el trabajo de los buzos continúa, con restricciones acotadas en espacio y en tiempo. Para ingresar al mar desde la playa, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas, es decir, del recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); las embarcaciones utilizadas por los buzos pueden rodear ese buffer y acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas

para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival: las nueve terrestres, con un intervalo mínimo de dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y las cinco submarinas, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierten al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras y, con ella, el sustento de las familias de los buzos.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, entre ellas los sindicatos de buzos mariscadores del sector, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología

oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, concluidas las obras, el trabajo de los buzos, y con él el sustento de sus familias, puede seguir desarrollándose en el sector.

Teniendo presente lo expuesto, el trabajo que los buzos desarrollan desde hace décadas en Arenillas Negras, y con él la alimentación de sus familias, continúa en ambas fases del Proyecto. El expediente reconoce esta trayectoria y la extracción y venta de productos del mar como su principal fuente de ingresos. En la construcción, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur, el buffer de seguridad coincide con una superficie acotada del área de recolección y puede ser rodeado por las embarcaciones de los buzos, y las tronaduras se concentran en eventos breves, avisados con anticipación y fuera del verano; esta restricción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, el trabajo de los buzos puede seguir desarrollándose.

40. Observante: Fabian Gonzalez Arteaga

Observación N° 92:

Incrementar la salinidad: La salinización puede afectar a la vida marina y a los ecosistemas costeros, cambiando los patrones naturales y poniendo en riesgo la biodiversidad marina.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

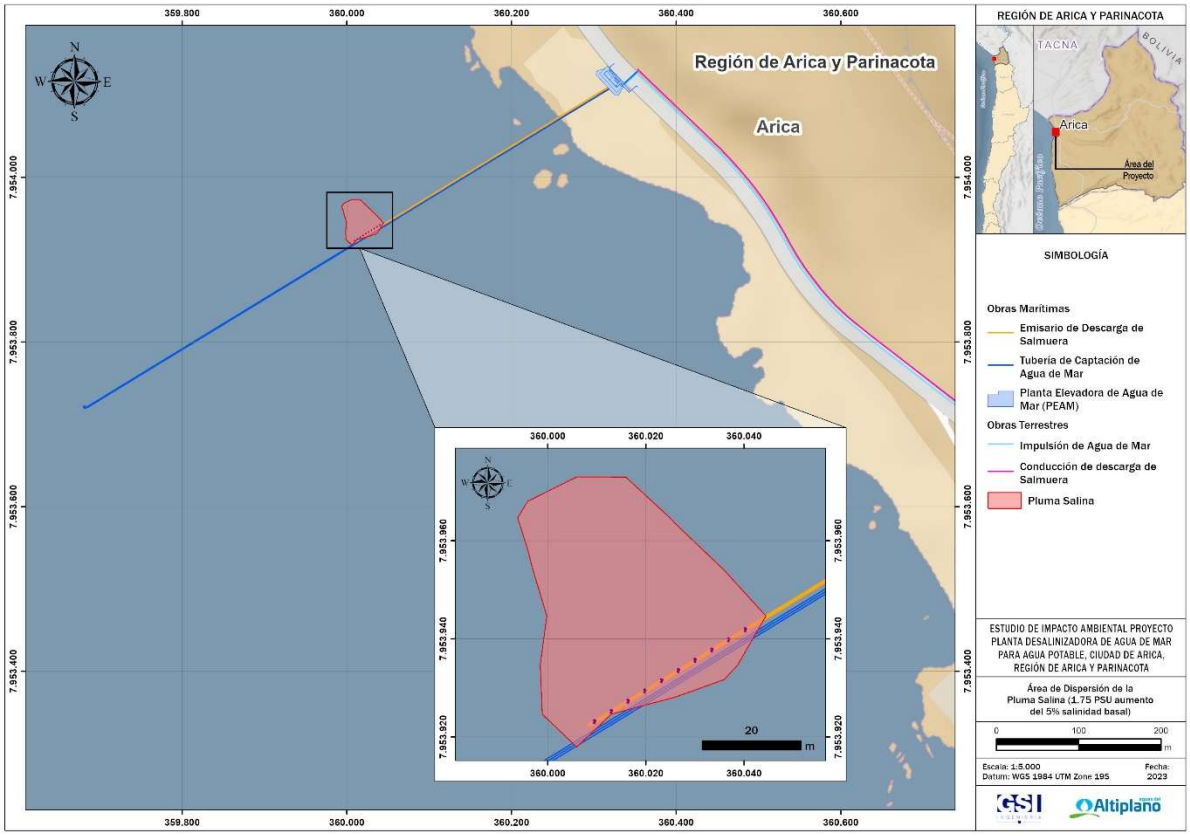
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

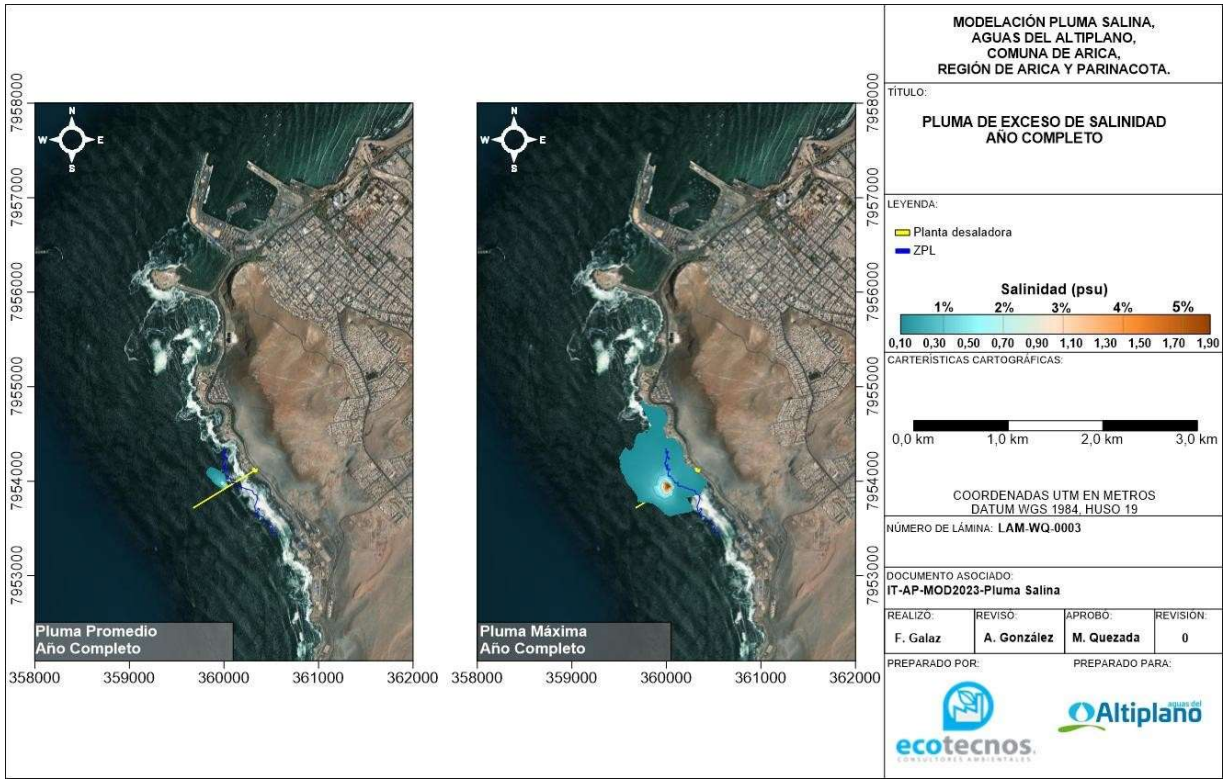
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 93:

Salmuera (elementos tóxicos, porcentajes por minutos): Se necesita que puedan aclarar la minuta de elementos químicos con sus porcientos/por minuto que se arrojaran al mar con la salmuera. La Salmuera puede contener productos químicos tóxicos utilizados en el proceso de la desalinización lo que plantea riesgos de toxicidad para la vida marina y los organismos acuáticos. Esta alteración puede llevar a la disminución de la diversidad de especies y a la perdida de hábitat esenciales para la vida marina

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente. En este sentido, el uso de sustancias químicas no implicaría la disminución de diversidad de especies, ni una pérdida de hábitats esenciales para la vida marina.

Observación N° 94:

Sobre la energía: ¿Que acciones toman para mitigar el consumo energético significativo de las plantas desalinizadora y reducir su huella de carbono, considerando que la generación de energía puede tener efectos negativos en los ecosistemas marinos y el cambio climático? Que se utilice la guía del SEA para evaluar el cambio climático y responder a mi pregunta.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando lo presentado en el Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, durante la fase de operación cesan las principales fuentes emisoras propias de la construcción y no se generarán impactos climáticos por emisiones atmosféricas por huella de carbono o gases de efecto invernadero.

La Planta de Tratamiento por Osmosis Inversa funciona principalmente mediante energía eléctrica y las emisiones se relacionan fundamentalmente con el tránsito asociado a operación, mantenimiento, suministro de insumos y retiro de residuos. La modelación obtiene un aporte

máximo de MP2,5 P98 diario de 0,06 µg/m³ en los puntos de interés y de 0,001 µg/m³ en la Estación Arica.

Las fuentes se mantienen durante la vida útil del Proyecto, pero presentan carácter discontinuo y baja magnitud.

Debido a que no se consideran alteraciones significativas en las componentes relacionadas al recurso natural renovable aire, se descarta el riesgo asociado a los ecosistemas terrestres y marinos.

41. Observante: Patricio Rene Hernandez Torres

Observación N° 95:

Perdida de fuente de trabajo: Se perderá la especie que trabajamos directamente matará todo a su alrededor y así nos afectará a cada familia de trabajadores que vivimos del mar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto provocará la pérdida de las especies con las que trabajan quienes viven del mar, que matará todo a su alrededor y que, en consecuencia, afectará a las familias de esos trabajadores al hacerles perder su fuente de trabajo. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó a estos trabajadores y a las especies que extraen y, luego, qué ocurre con esas especies y con el trabajo en el mar durante la fase de construcción y durante la fase de operación.

La evaluación identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220), cuyos dirigentes señalaron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar en caletas, mercados y ferias (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas, con el pulpo del norte y la almeja como principales recursos (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). El único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental que se describe más adelante (Adenda Complementaria, p.805).

En la fase de construcción, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en ese sector la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). La pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar, se mantiene confinada al entorno de la excavación, y el banco de choro zapato se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección

y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. En esa etapa, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca para la organización o sus socios (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp. 7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). En su proceso, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Sobre las especies que se extraen en el sector, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal,

determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). La captación opera con una velocidad de succión bajo el límite de 0,15 metros por segundo, con un arrastre de organismos pequeños concentrado en el primer metro alrededor del punto de captación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Sus resultados se informan a la SMA dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). En la misma fase, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos el sustento de las familias que viven del mar, pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

Considerando estos antecedentes, en la fase de construcción las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5%, con recolonización esperada de algas e invertebrados en el sector intervenido y con cortina de burbujas y tiros falsos en las tronaduras submarinas, y el banco natural de choro zapato se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos. El trabajo en el mar continúa con una restricción temporal y parcial de acceso, correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, durante la cual el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la fase de operación, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, los efectos adversos sobre organismos marinos comienzan a partir de 40,54 psu, por sobre la salinidad que genera la descarga, y el arrastre en la captación se concentra en su primer metro, todo ello verificado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación, que incluye el monitoreo del banco de choro zapato. Así, concluidas las obras, el acceso al sector es libre y las familias que viven del mar pueden seguir trabajando en el sector.

Observación N° 96:

Impacto Ambiental al borde costero: Los Químicos de limpieza de las maquinas caerán al mar, matando todo a su alrededor y las corrientes llevara químicos a distintas platas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro

para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto, durante la fase de operación, realizará manejo de productos químicos vinculado directamente con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Los principales productos considerados corresponden a ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono.

Tabla: Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año	2 m³	Estanque
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año	1 m³	IBC
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año	3 m³	Estanque
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año	5 m³	Estanque
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año	1 m³	IBC
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año	1 m³	IBC

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año	1 m³	IBC

Fuente: Cuadro N° 2.58, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

El ácido sulfúrico se utilizará para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³.

El cloruro férrico se utilizará como reactivo asociado a la coagulación durante el tratamiento, con un consumo aproximado de 418 kg/día, equivalente a 0,30 m³/día, un suministro anual estimado de 78,5 m³ y un almacenamiento máximo de 3 m³.

El antiincrustante se utilizará para prevenir la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, considerando aproximadamente 115 kg/día, equivalentes a 0,06 m³/día, con un suministro anual de 16,3 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El hipoclorito de sodio será utilizado como bactericida para el proceso de producción de agua y para la protección de membranas, filtros y tuberías. Se consideran aproximadamente 9 kg/día, equivalentes a 0,08 m³/día, un suministro anual de 21,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El metabisulfito de sodio se utilizará en el tratamiento asociado al sistema de membranas, con un consumo aproximado de 48 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 8,6 m³ y una capacidad máxima de almacenamiento de 1 m³.

El hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH en el postratamiento, particularmente cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

Finalmente, el dióxido de carbono se utilizará durante el proceso de remineralización del agua desalada, junto con los contactores de calcita, permitiendo restituir calcio y ajustar las características fisicoquímicas del agua producto. Se considera un consumo aproximado de 518 kg/día, equivalente a 0,63 m³/día, un suministro anual de 165,3 m³ y un estanque de almacenamiento de 5 m³.

La distribución espacial de estas sustancias responde directamente a los procesos en los cuales son utilizadas. En consecuencia, los reactivos no se concentran en una única bodega de sustancias peligrosas, sino que se emplazan próximos a sus respectivos puntos de dosificación, dentro de las áreas de proceso de la PTOI.

De acuerdo con las características de las sustancias utilizadas y los residuos generados, los recursos naturales renovables que podrían presentar una exposición ante una pérdida accidental de contención corresponden principalmente al suelo y al medio acuático, pudiendo derivarse secundariamente efectos sobre flora o fauna cuando éstos dependan de dichos medios.

El mecanismo de afectación terrestre requeriría que una sustancia química o residuo líquido abandonara su sistema primario de almacenamiento y alcanzara posteriormente el terreno natural.

Sin embargo, los principales almacenamientos líquidos considerados para la operación incorporan dos niveles sucesivos de confinamiento: el recipiente o estanque primario y un sistema secundario de pretiles o retención. Adicionalmente, éstos se emplazan sobre losas o superficies de hormigón y áreas lavables.

En consecuencia, un fallo aislado del recipiente principal no determina por sí mismo una descarga al suelo. Para que se produzca una interacción efectiva con dicho recurso debería ocurrir adicionalmente una pérdida o superación del sistema secundario de contención, configurándose así una situación de contingencia y no una condición propia del manejo normal de las sustancias.

La misma lógica se verifica respecto de los residuos peligrosos, cuyo almacenamiento temporal se efectúa sobre una superficie impermeabilizada y provista de retención de derrames.

La configuración actual del Proyecto contempla el almacenamiento de ácido sulfúrico y cloruro férrico en el patio norte del pretratamiento; los IBC de hipoclorito de sodio y metabisulfito de sodio asociados al pretratamiento; el antiincrustante próximo a la unidad de ósmosis inversa; el hidróxido de sodio en el sector de postratamiento; el estanque de dióxido de carbono asociado a la remineralización; y sectores específicos para el almacenamiento temporal de residuos.

Esta configuración mantiene los productos dentro de áreas de proceso habilitadas y funcionalmente asociadas a sus respectivos puntos de utilización, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames. La localización de los almacenamientos no genera nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables.

Estas precisiones de emplazamiento no modifican la naturaleza del manejo evaluado ni generan nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables. Por el contrario, la definición actual permite verificar que los productos se emplazan dentro de áreas de proceso habilitadas y asociados funcionalmente a los puntos donde son utilizados, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames.

Asimismo, la cantidad total de sustancias peligrosas almacenadas durante la operación se mantiene inferior a 30 toneladas, y la instalación considera recintos y sistemas de contención secundaria para su almacenamiento.

La operación normal de la PTOI no contempla almacenamiento masivo de combustibles, dado que su suministro energético será fundamentalmente eléctrico. El uso de combustibles durante la operación se restringe a cantidades menores vinculadas al transporte de insumos y residuos y a equipos móviles de mantención.

Tabla: Vías potenciales de afectación y medidas de control

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Almacenamiento de reactivos líquidos	Rotura o pérdida de estanque/IBC	Suelo	Derrame y eventual infiltración	Contención secundaria ≥110%, losa de hormigón, superficies lavables
Dosificación de reactivos	Falla de conexión, bomba o tubería	Suelo	Liberación localizada de producto químico	Inspección, mantenimiento, control operacional y procedimientos de contingencia
Bodega RESPEL	Fuga desde recipiente contaminado	Suelo	Escurrimiento o infiltración	Bodega impermeabilizada, losa antiderrame, retención 1,5 veces el volumen almacenado
Manipulación de combustible en construcción	Derrame accidental	Suelo	Contacto directo con terreno	Almacenamiento controlado y materiales absorbentes
Obras marítimas	Derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas	Agua de mar y biota acuática	Liberación directa al medio marino	Cierre de válvulas, detención de bombeo, barreras y absorbentes
RSD y residuos asimilables	Caída, dispersión, olores, vectores o escurrimiento	Suelo, fauna	Contacto o dispersión desde área de acopio	Contenedores herméticos, piso lavable, techumbre, desratización y retiro programado

Fuente: Cuadro N° 2.64, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Durante la operación, si bien el uso de reactivos es continuo debido a su integración al proceso de desalación, éstos se almacenan en volúmenes acotados, dentro de instalaciones industriales habilitadas y próximas a sus respectivos puntos de utilización, reduciendo los requerimientos de manipulación y traslado interno.

En los reactivos líquidos, la existencia de estanques o IBC cerrados, pretiles con capacidades de retención de al menos el 110% del volumen almacenado y superficies de hormigón constituye una barrera física

entre las sustancias y el suelo. En consecuencia, no existe una vía de contacto directo con el recurso suelo durante el manejo normal de los productos.

Los residuos peligrosos y no peligrosos tampoco serán dispuestos directamente sobre el terreno, sino que serán almacenados temporalmente en instalaciones diferenciadas, sobre superficies especialmente acondicionadas, y posteriormente retirados mediante gestores autorizados.

En el medio marino, una liberación accidental podría generar contacto inmediato entre la sustancia derramada y el agua de mar. Este mecanismo se encuentra asociado principalmente a contingencias durante la construcción de las obras marítimas y cuenta con medidas específicas destinadas a detener la liberación, limitar su dispersión y recuperar el producto.

Por consiguiente, si bien la utilización y manejo de productos químicos y residuos constituye una fuente potencial de interacción con los recursos naturales renovables, las condiciones de manejo definidas para el Proyecto permiten evitar una exposición permanente o sistemática de éstos. Las eventuales vías de afectación identificadas corresponden fundamentalmente a situaciones accidentales y se encuentran controladas mediante sistemas de contención, superficies impermeables o lavables, segregación de residuos, inspección, mantenimiento y procedimientos específicos de contingencia y emergencia.

En virtud de lo anterior, no se prevé que la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias genere una alteración significativa de la calidad, cantidad, disponibilidad o capacidad de regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto señala en su Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Contingencias y Emergencias, considera medidas en torno a Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES).

Tabla: Derrame y/o RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Riesgo o Contingencia	Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES)
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de construcción y operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	69. Bombas de alta presión – Área Planta de Osmosis Inversa 70. Descarga de salmuera – Área Planta de Osmosis Inversa 71. Filtro autolimpiante y Ultrafiltración – Área de Pretratamiento

Riesgo: Derrame de RILES	
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de RILES, que puedan afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes: **Área Planta de Osmosis Inversa** 72. Se realizará muestreo y medición periódica o semanal de RILES, para el cumplimiento del DS 90/2000 del MINSEGPRES (tabla 5) 73. Se realizará monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga de RILES. 74. Se realizará mantenimiento preventivo de elementos de monitoreo, medición y control, tales como: válvulas de control, medidores de caudal, pH, conductividad eléctrica, y temperatura. 75. Se realizará mantenimiento preventivo de emisario submarino 76. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la operación segura de la descarga de aguas residuales a través del emisario submarino 77. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad de la planta de osmosis inversa **Sector Pretratamiento.** 78. Los filtros autolimpiantes cuentan con un diseño y construcción conforme a estándares nacionales e internacionales. El monitoreo de presión se realiza

Riesgo: Derrame de RILES	
	desde la sala de control para detectar posibles alteraciones de los parámetros de operación. Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	79. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 80. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas de mantenimiento preventivo. 81. Registro sobre el permiso o autorización de descarga de RILES en el medio marino.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a una situación de emergencia por derrame de RILES, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 82. En el caso de un derrame mayor en la Planta de Osmosis Inversa, o el área de pretratamiento o filtración asociado a RILES producto de limpieza química o agua de descarte a emisario submarino, el Jefe de Emergencia solicita al personal de operación la detención de la Planta de Osmosis Inversa, hasta establecer la causa del derrame y tomar las acciones correctivas para normalizar su funcionamiento 83. Los estanques de limpieza química disponen de un sistema de canalización hacia trincheras frente a un posible rebalse o derrame

Riesgo: Derrame de RILES

84. En el caso de una liberación de salmuera, se deberá suspender temporalmente la descarga al emisario submarino, hasta corregir la posible falla o rotura de la tubería si fuera el caso.

85. En el caso que ocurra una falla o rotura de la tubería se realizará un monitoreo en la zona, de los RILes, de los sedimentos y de la biota marina, realizando una comparación de los resultados respecto a lo informado en la Línea Base, Planes de Vigilancia Ambiental existentes y normas de calidad secundarias internacionales de referencia.

86. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la implementación de medidas de contención, en el caso de un derrame de salmuera, tales como el almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación para su posterior descarga o traslado a un sitio autorizado para su tratamiento

87. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la limpieza del sector afectado por el derrame de RILES, una vez controlada la emergencia.

88. La emergencia se dará por terminada una vez que los organismos externos con competencia dicten que la emergencia ha sido controlada (en caso de contar con su apoyo), y que el Titular realice las acciones necesarias para la recuperación del nivel operacional.

89. Una vez superada la emergencia, se deben revisar las condiciones de seguridad de las instalaciones, antes de autorizar la recuperación del nivel operacional.

90. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y

Riesgo: Derrame de RILES	
	autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento.
Forma de control y seguimiento	91. Simulacro de emergencia según programa anual 92. Auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual 93. Informe de emergencia 94. Registro sobre autorización sanitaria para la descarga de RILES
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso,será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra b) , Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Observación N° 97:

Perdida de playas: Se perderán playas como arenillas negras y la Lisera.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que se perderían playas como Arenillas Negras y La Lisera. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, ambas playas se mantienen disponibles para la comunidad. Para fundamentarlo, se aborda primero Arenillas Negras, donde se emplazan las obras, revisando qué ocurre con cada uno de sus usos durante la construcción y la operación, y luego La Lisera.

Respecto de Arenillas Negras, el Proyecto contempla en un sector de esta playa la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y las obras marítimas de captación y descarga de agua de mar. La evaluación identificó a los grupos que hacen uso de esta playa: organizaciones de pesca artesanal, entre ellas sindicatos de buzos mariscadores y de recolectores de orilla; la agrupación que reúne a las familias que acampan en el sector; y clubes de surf y bodyboard (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.19). Para cada uno se analizó qué ocurre durante la construcción y durante la operación y, conforme al análisis de esta Dirección Regional, en todos los casos los efectos resultan no significativos en consideración a su duración y magnitud.

Durante la fase de construcción, corresponde distinguir entre el Proyecto completo y lo que ocurre en la playa, porque la duración total de la construcción es distinta de la duración de las actividades que se desarrollan en Arenillas Negras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.21). Las obras de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI) y sus obras anexas se ejecutan íntegramente dentro del predio de esa planta, y el tendido terrestre de las tuberías se desarrolla a lo largo de la avenida Comandante San Martín, fuera de la playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.1, p.21, y p.23). En Arenillas Negras, la única intervención que permanece durante toda la construcción es la instalación de faenas de la PEAM, es decir, el recinto cerrado donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, cuya superficie varía a lo largo de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En la primera etapa, cuando se ejecutan las principales obras marítimas, ocupa 1,10 hectáreas. Una vez terminadas las excavaciones submarinas, se reduce a 0,87 hectáreas. En la etapa final, cuando solo apoya el tendido de tuberías por la avenida y la puesta en marcha, queda en 0,48 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.27-28). Este recinto, de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, es la única obra que modifica el paso por la orilla, y lo hace de manera parcial: el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), es decir, el recinto ocupa un tramo de la playa y la orilla puede alcanzarse por ambos costados de él. Las excavaciones y las tronaduras se concentran en los primeros meses de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), y las tronaduras se realizan fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54).

En cuanto al camping, este corresponde a un uso desarrollado por familias de la comuna de Arica por más de siete décadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, las tronaduras, terrestres y submarinas, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera de ambos veranos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54), por lo que el único factor de restricción que permanece en los veranos es la instalación de faenas. Con ella, la instalación de faenas representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86), y el camping puede seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Concluida la construcción, en la etapa de operación el camping puede seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la superficie de playa. A esto se suma un Compromiso Ambiental Voluntario, que es una acción que el Titular asume por iniciativa propia, denominado "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras". Este compromiso contempla una mesa de trabajo con la agrupación de campistas, con al menos dos sesiones al año, una antes del inicio del verano y otra al finalizar, y la disposición de hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano, cuya mantención y retiro de residuos son de cargo del Titular (Adenda Complementaria

Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado.

En cuanto al surf y bodyboard, las obras en el mar requieren un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las obras, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Los tres sectores donde se practica este deporte quedan fuera de esa franja: el área de enseñanza, a 218,8 metros de su límite; la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104); y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la actividad se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Dado que la ola derecha presenta el margen más ajustado, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para ese primer verano, el Titular contempla el eventual traslado de los niños y adolescentes de las dos escuelas de surf del sector a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.17), el que procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor. Durante el segundo verano las obras marítimas ya están finalizadas, por lo que la actividad puede seguir desarrollándose (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18).

En cuanto a la pesca, el buceo y la recolección de orilla, el acceso al mar desde Arenillas Negras se mantiene, con restricciones parciales y acotadas en tiempo y espacio. La instalación de las tuberías submarinas requiere el buffer de seguridad ya descrito, activo entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54); las nueve tronaduras terrestres se realizan entre abril y septiembre del primer año, con un intervalo mínimo de dos semanas, priorizando los lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Asociado al mismo impacto, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla un

aporte económico, por una única vez, de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca para la organización o sus socios (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, las obras marítimas, incluida la PEAM, quedan soterradas, es decir, bajo tierra, en el borde costero de Arenillas Negras, junto a la avenida Comandante San Martín, fuera de la vista de las personas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215). Las restricciones de seguridad en el acceso rigen solo mientras duran las obras, y una vez terminada la construcción el uso de la playa continúa (Adenda Complementaria, p.314). Concluidas las obras, el camping y el deporte pueden seguir desarrollándose en la totalidad de la superficie de la playa, el surf y el bodyboard cuentan con libre acceso al oleaje, y la pesca, el buceo y la recolección de orilla acceden al mar una vez levantadas las restricciones asociadas a la construcción. El compromiso de baños químicos para el camping se mantiene también durante los meses de verano de la etapa de operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, p.7.16).

Respecto de La Lisera, una parte de esta playa, ubicada a 600 metros al norte del Proyecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222), queda dentro del área de influencia de medio humano exclusivamente por las tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas bajo el agua para fragmentar roca, que se ejecutan durante la construcción. Durante cada una de estas cinco tronaduras se aplica una zona de evacuación en el mar, de 114,9 hectáreas frente a unos 1.503,5 metros de costa, que rige solo por los 20 minutos que dura cada evento, mientras la playa y los roqueríos se mantienen abiertos (Adenda Complementaria, Figuras N°6.54 y N°6.57, pp.368 y 371; Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Las cinco tronaduras se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y suman en total 100 minutos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.55). Concluida la quinta tronadura, la zona de evacuación deja de aplicarse, y con ella la única relación del Proyecto con La Lisera. La inclusión de esta playa en el área de influencia responde, por tanto, a una restricción breve de acceso al mar durante la construcción. La descarga de salmuera, por su parte, se realiza a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79), con un exceso de salinidad que baja al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y se dispersa hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Finalmente, ambas playas se mantienen disponibles para la comunidad. En Arenillas Negras, durante la construcción, la única intervención que se mantiene de manera continua es una instalación de faenas que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras y deja acceso a la orilla por ambos costados. El camping continúa en ambos veranos en el mismo lugar, con el compromiso de apoyo a las familias y los resguardos exigidos por esta Dirección Regional. Los sectores de surf y bodyboard quedan fuera de la franja de resguardo. La pesca, el buceo y la recolección de orilla cuentan con acceso, con restricciones parciales y temporales evaluadas como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, con aviso previo, el apoyo en equipamiento para sus organizaciones y una condición de avisaje que amplía el acceso entre tronaduras. En la operación, con las obras soterradas, terminan las restricciones de acceso y los usos de la playa pueden seguir desarrollándose en toda su superficie. La inclusión de una parte de La Lisera en el área de influencia responde exclusivamente a la zona de evacuación de las cinco tronaduras submarinas de la construcción, que suman 100 minutos fuera del verano, mientras la descarga de salmuera se dispersa hacia sectores alejados de la costa.

42. Observante: Williams Adolfo Campos Arteaga

Observación N° 98:

Ecosistema del mar: Hablando sobre el ecosistema del mar, me siento afectado por la empresa de agua del altiplano por la razón que colocaran una planta desalinizadora por la cual se verá afectada la fauna marina de la ciudad de Arica. En los tiempos de alrededor de 3 a 5 años se perderán los mariscos, los peces y las algas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

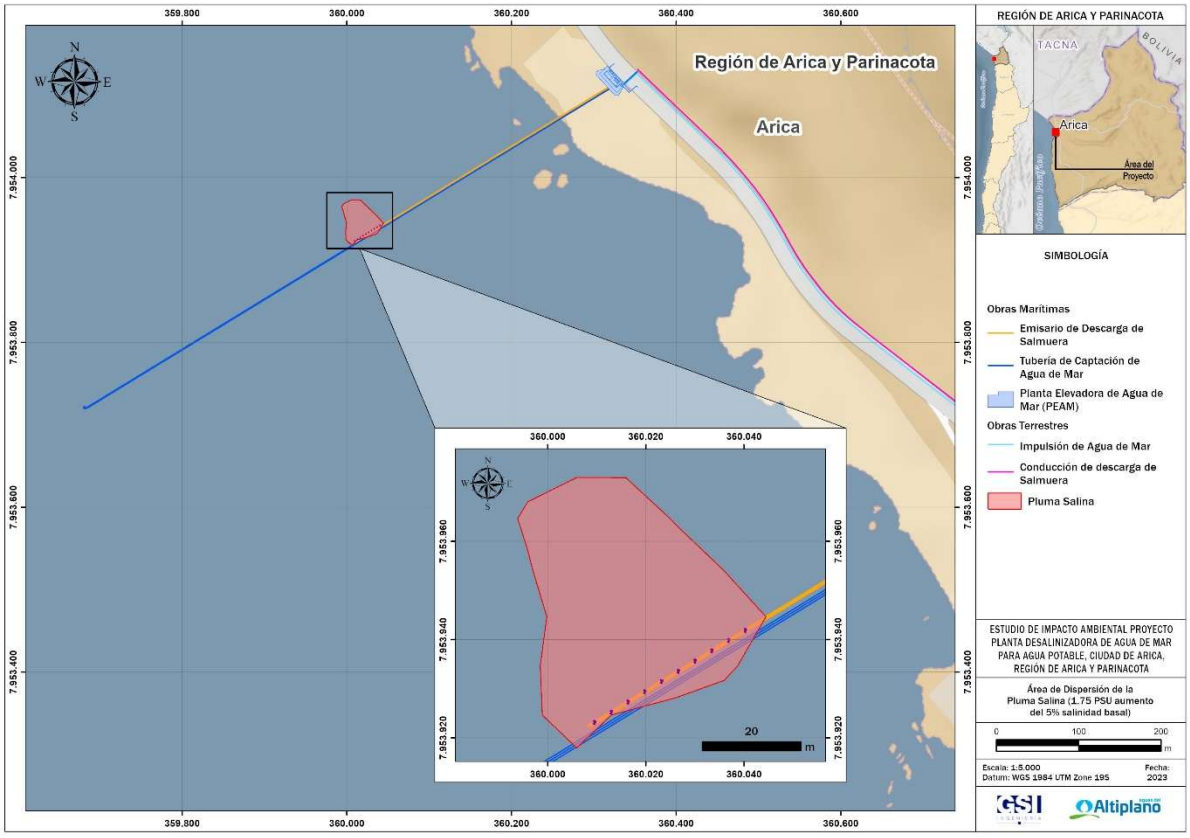
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

95. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

96. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad

de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto a los impactos en la fase de operación, se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo PAS 119 Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

En conclusión, el proyecto no impacta significativamente la fauna marina de la ciudad de Arica en el corto ni largo plazo.

Observación N° 99:

Las personas ya no se podrán bañar por la cual ya no habrá mar para Arica y el ecosistema del mar morirá. Y a la vez afectado mi trabajo en el mar por lo cual también a mi familia. Es una pena que esta planta se instale dejando afectada a personas y al sistema Marino.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que las personas ya no podrán bañarse, que Arica perderá su mar y que el ecosistema marino morirá, y que el Proyecto afectará el trabajo en el mar de quien la formula y, con ello, a su familia. Para responder, se presenta qué ocurre con el baño, con el ecosistema marino y con el trabajo en el mar, distinguiendo en cada caso la construcción y la operación.

Respecto del baño, durante la construcción la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas, es decir, del recinto de obras, que ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas en el primer verano y 0,48 hectáreas en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.169). Mientras permanece, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar rige, entre los meses 4 y 14 de la construcción, el buffer marino de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54): durante cada una de las cinco tronaduras submarinas rige una evacuación solo en el mar por los 20 minutos que dura cada evento (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada una de las nueve tronaduras terrestres aplica un área de seguridad durante sus 20 minutos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49). Fuera de esas áreas, el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción. Durante la operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), y el acceso a la totalidad de la playa se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Respecto de la salud de las personas, para la fase de operación el expediente concluye que "se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en fase de operación" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25). De este modo, el mar de Arenillas Negras sigue disponible para el baño durante la operación.

En cuanto al ecosistema marino, durante la construcción las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque, y tiros falsos previos, que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadros N°7.4 y N°7.6, pp.7.9-7.12). Durante la operación, la evaluación del componente Ecosistemas Marinos identifica cuatro efectos originados en la captación de agua de mar y en la descarga de salmuera: el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar y los efectos sobre las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, sobre las comunidades planctónicas, es decir, los organismos microscópicos que flotan en el agua, y sobre los peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.90, pp.3.132-3.137). El expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, porque la descarga de salmuera mantiene las condiciones de calidad del agua y los parámetros biológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.60). La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y la modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga, cuyo exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre la salinidad natural, equivalente a un 11,39%, que baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

En cuanto a lo que se descarga al mar, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como

antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, las mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), con informes a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Respecto del trabajo en el mar y del sustento de las familias, la caracterización de las organizaciones de pesca registró que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos marinos como pescado, mariscos, algas y otros recursos bentónicos (Adenda 1, p.157). Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella los ingresos que provienen de la extracción y venta de productos del mar. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA. Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria

Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante la operación el recurso y su hábitat se mantienen, de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla, junto con el sustento de las familias que dependen de ellas, pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

Abordados los aspectos que plantea la observación, el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción fuera de las áreas de obras y de seguridad, y en la operación con acceso libre a toda la playa. En el ecosistema marino, las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, con recolonización esperada en el sector intervenido, y en la operación el expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, con un aumento promedio de salinidad bajo el 1%, un exceso máximo inferior al umbral de efectos adversos y productos químicos neutralizados o transformados antes de la descarga, bajo control del Plan de Vigilancia Ambiental. En cuanto al trabajo y al sustento familiar, la restricción de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, durante el cual el recurso se mantiene y la actividad puede continuar en la misma playa, y en la operación el acceso al sector es libre.

43. Observante: Manuel Adolfo Veliz Vivanco

Observación N° 103:

Contaminación: Impacto Ambiental en el borde costero, todo el ecosistema y vida del sector con el tiempo se extinguirá.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

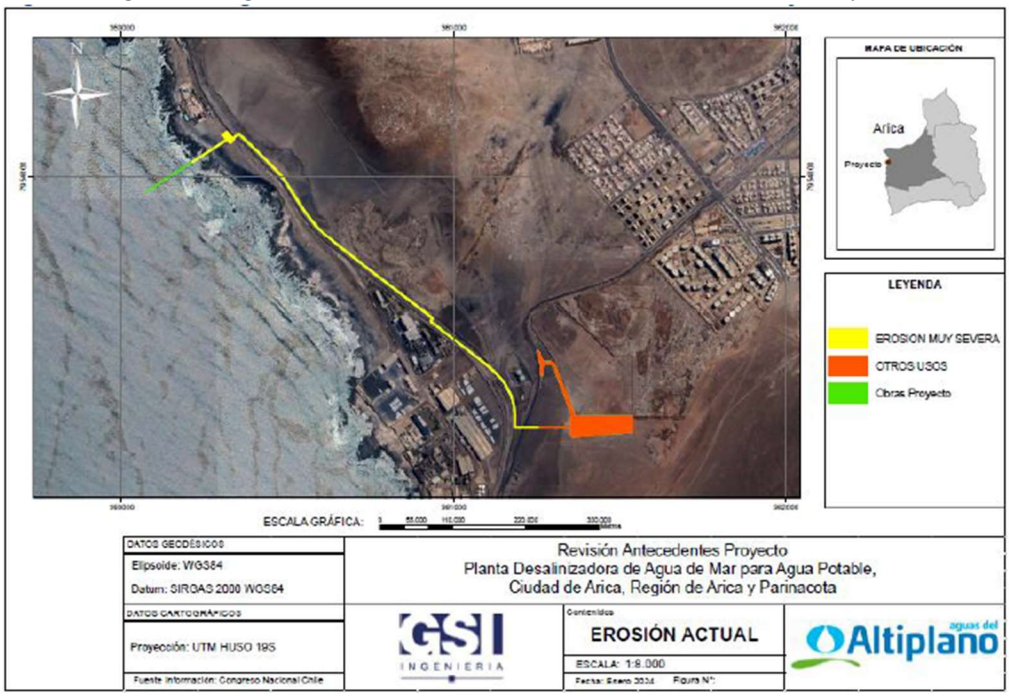
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente TAbla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

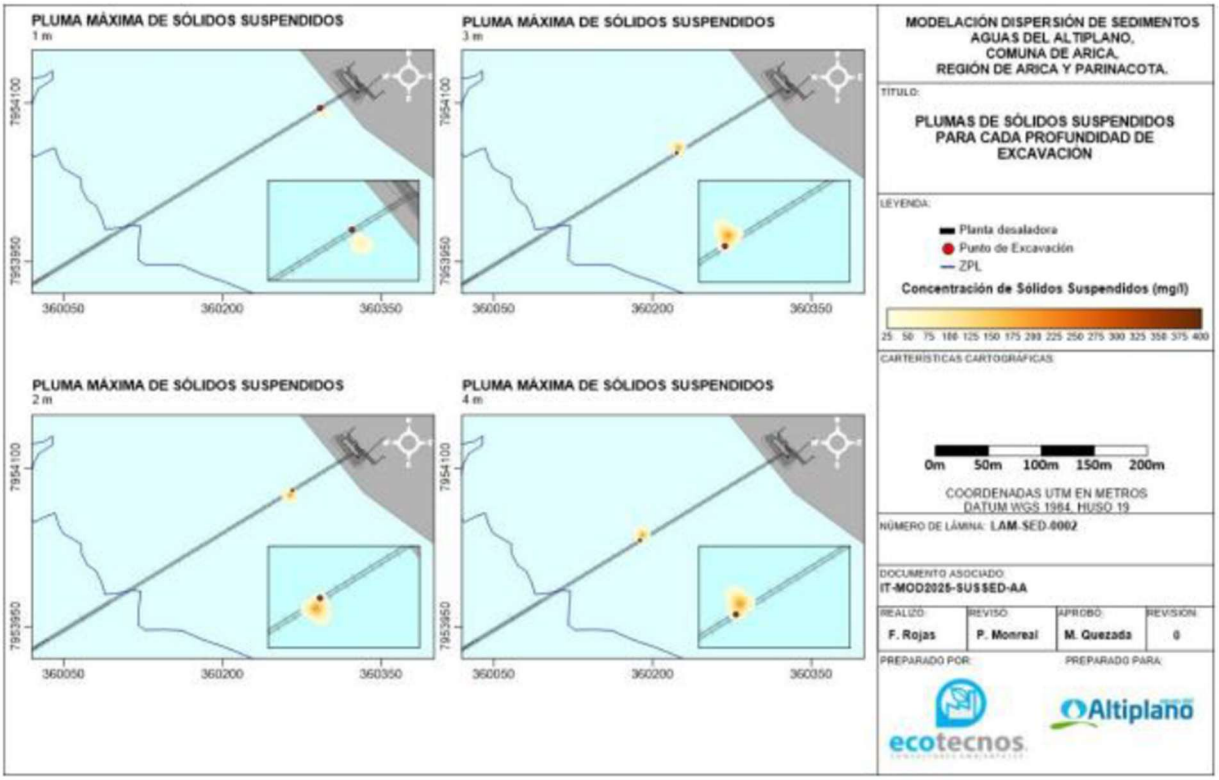
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

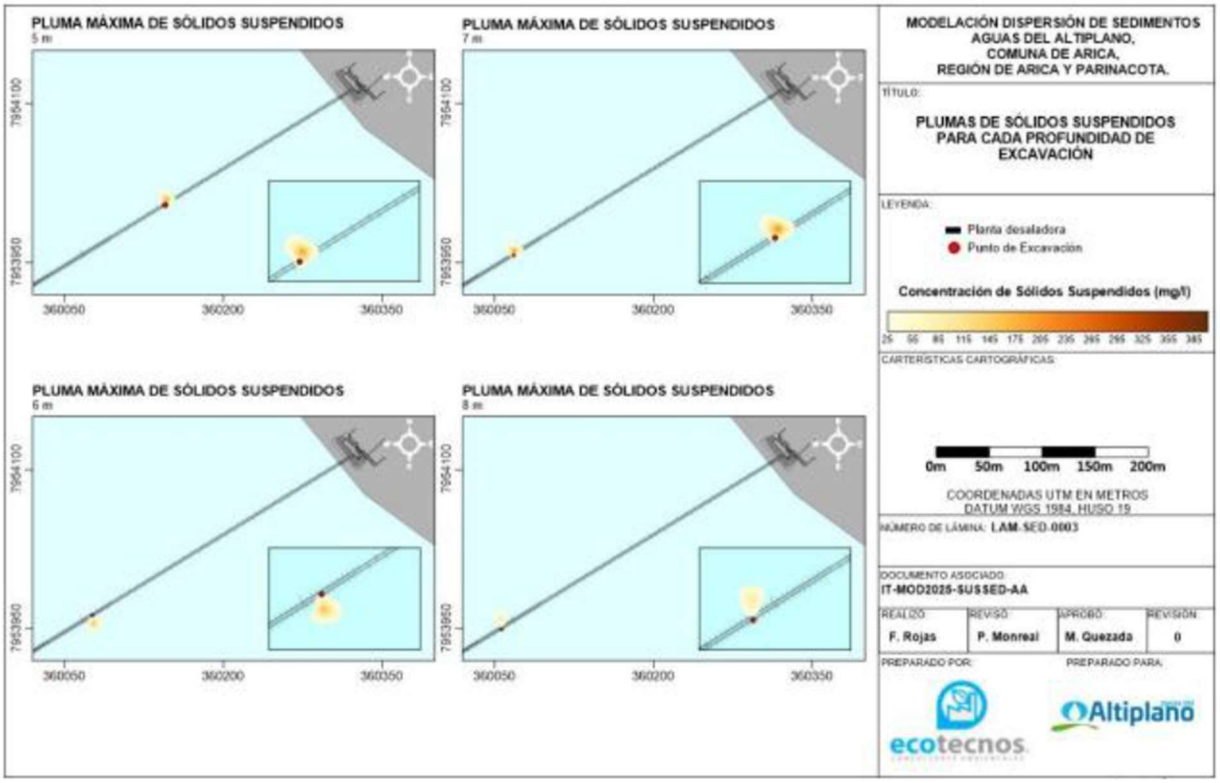
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m^2	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Tabla: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico23

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

23 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual24

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

97. 29,5 [m] para actividades de perforación;

98. 34,3 [m] para actividades de dragado;

99. 533 [m] para actividades de embarcación;

100. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

101. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

24 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

102. 2 [m] para actividades de perforación;

103. 3 [m] para actividades de dragado;

104. 11 [m] para actividades de embarcación;

105. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

106. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

107. 613,17 [m] para actividades de perforación

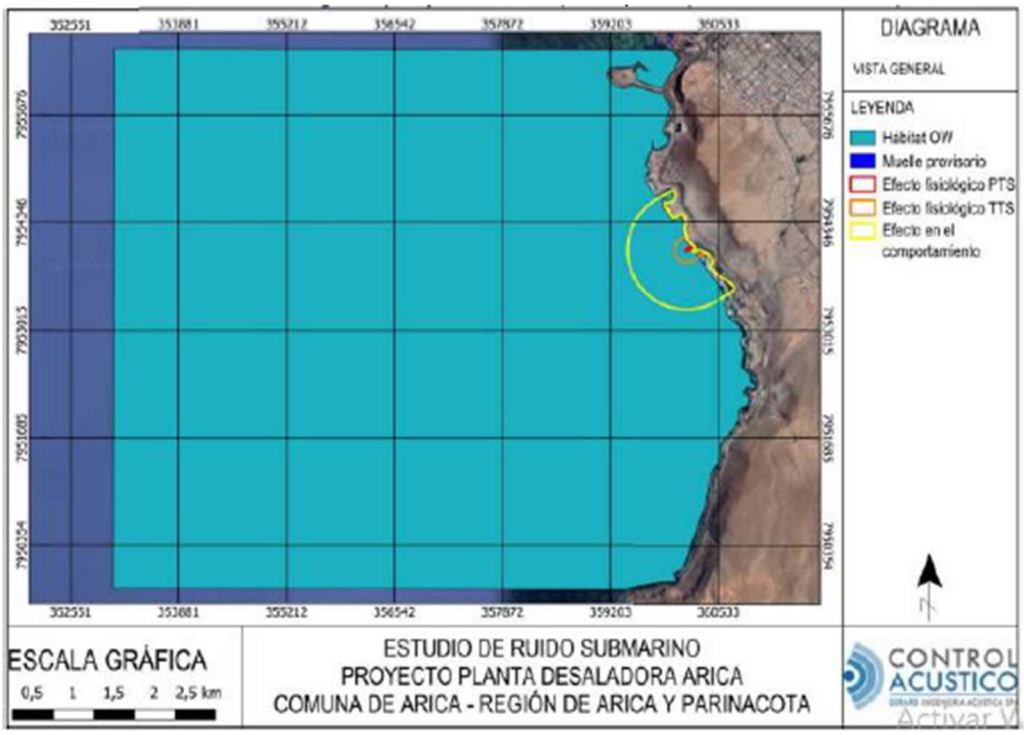
108. 730,36 [m] para actividades de dragado;

109. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

110. 3094 [m] para actividades de tronaduras

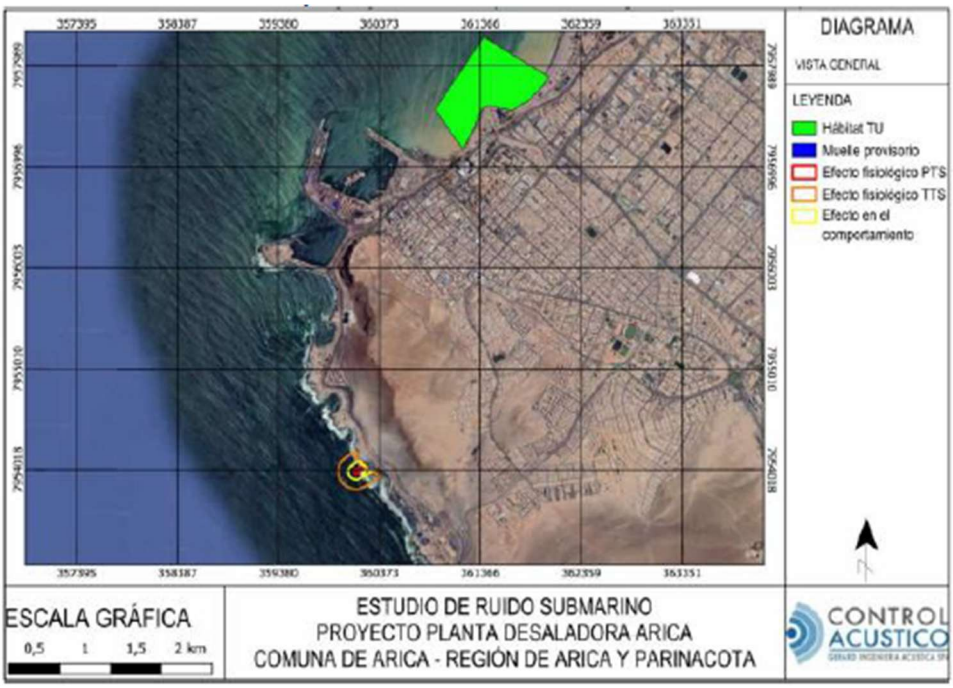
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



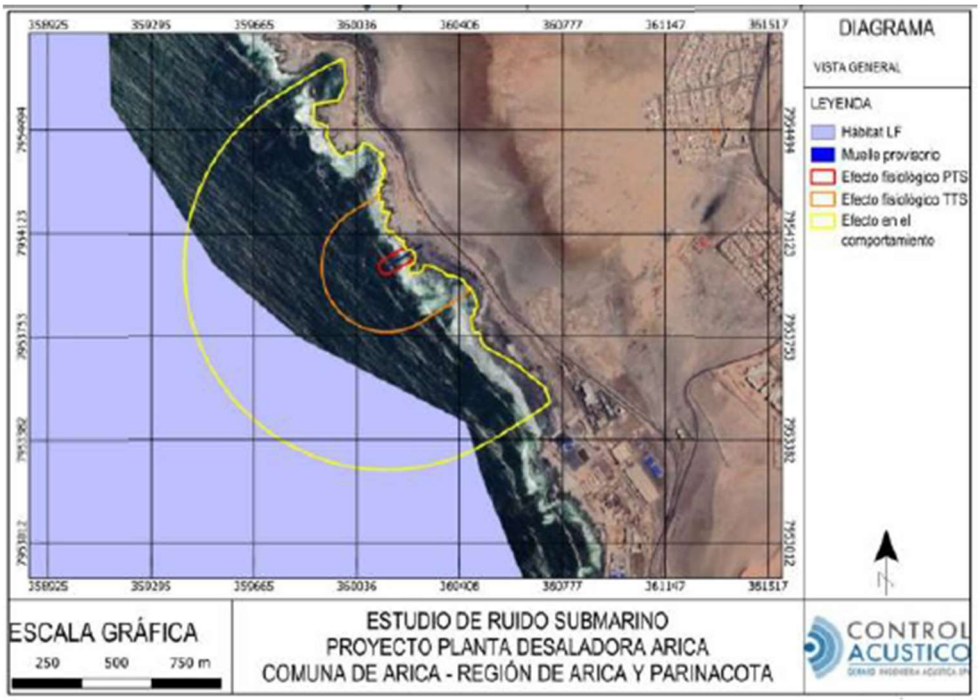
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

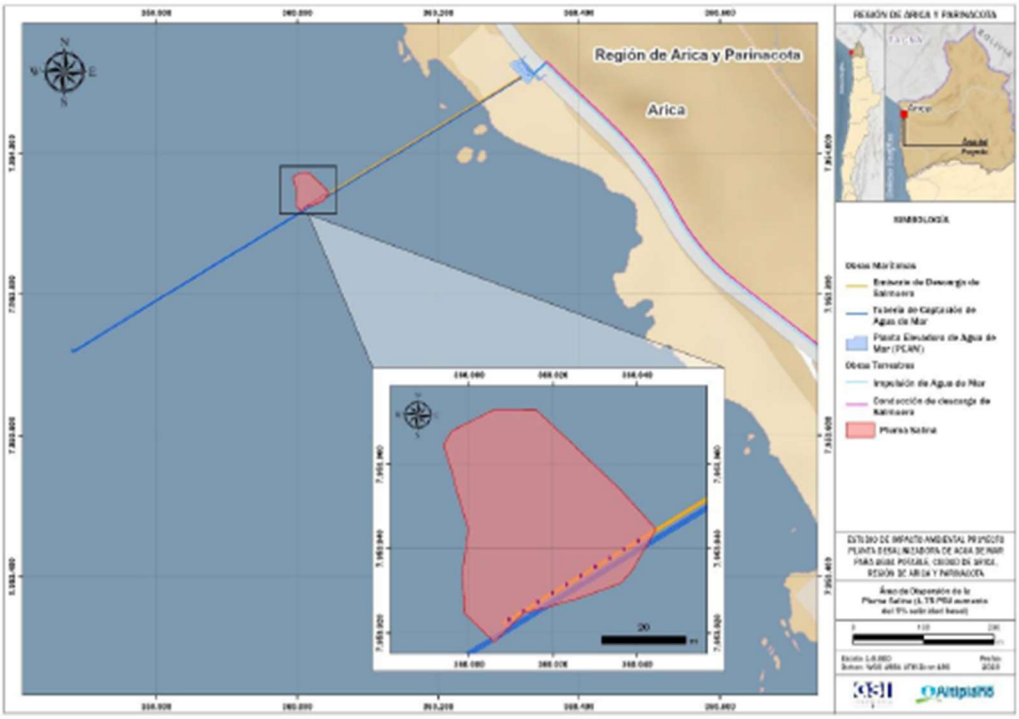
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

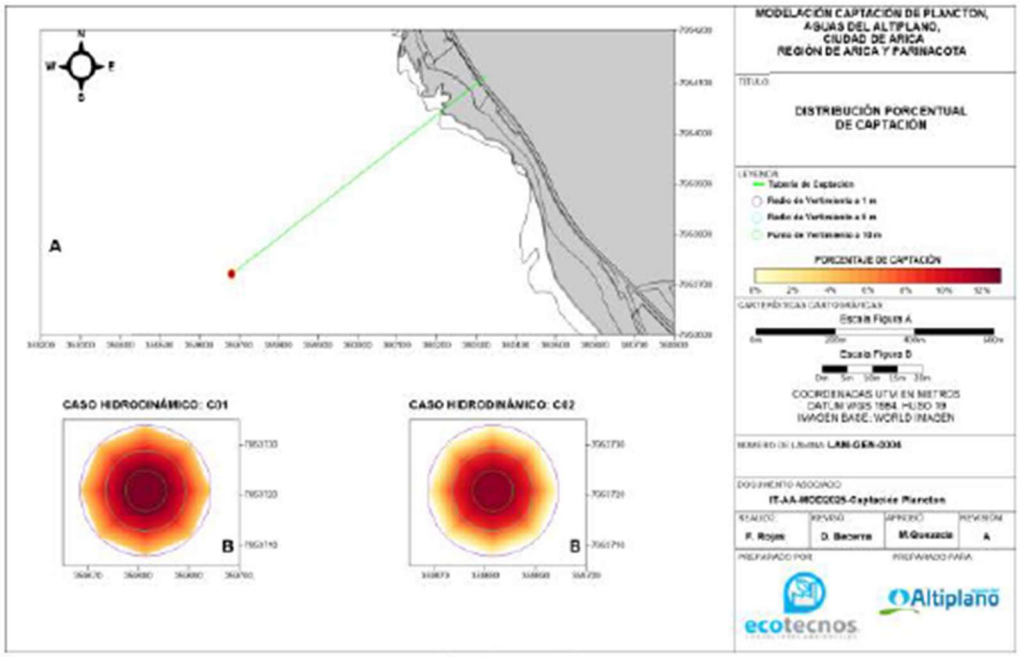
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 104:

Financiero: Nosotros dependemos del ecosistema marino para poder solventar gastos comunes, alimentación, etc.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

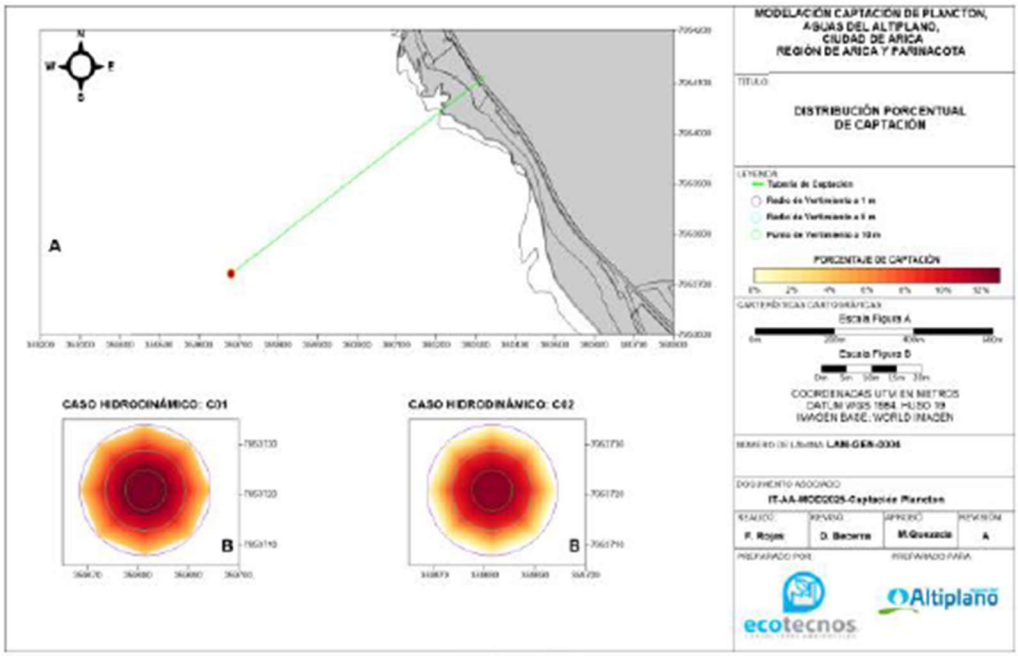
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es

succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies

con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 105:

Etapa de construcción: Mientras la planta desalinizadora estará en proceso de construcción nosotros no podremos ingresar al mar para realizar nuestro trabajo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por el ingreso al mar para trabajar mientras se construye la planta desalinizadora. Para responder, se presenta quiénes ingresan al mar en Arenillas Negras y de qué manera, cómo se mantiene ese ingreso durante la fase de construcción, en la playa y en el mar, cómo fue evaluada

la restricción que generan las obras, y luego el compromiso y la condición que acompañan esa etapa para quienes trabajan en el sector.

El expediente describe las distintas formas en que se ingresa al mar para trabajar en el sector. La recolección de orilla se realiza a pie en la franja de costa que la marea cubre y descubre, o buceando a pulmón hasta unos 5 o 6 metros de profundidad, y depende de la accesibilidad terrestre a la costa; el buceo a pulmón representa "una labor vital para los sectores más vulnerables de la pesca artesanal", que aprovechan caladeros de fácil acceso como Arenillas Negras; y el buceo mariscador se realiza desde una embarcación, con un compresor que suministra aire al buzo (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69). Por ello, la continuidad del trabajo durante la construcción depende tanto del acceso a la orilla desde la playa como de la posibilidad de navegar y bucear en el mar.

Durante la fase de construcción, el ingreso al mar para trabajar en Arenillas Negras se mantiene, con restricciones acotadas en superficie y en tiempo. En la playa, desde donde se ingresa al mar, la intervención que permanece durante toda la construcción corresponde a la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, cuya superficie se reduce de aproximadamente 1,10 hectáreas en la primera etapa a aproximadamente 0,48 hectáreas en la etapa final (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28), y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76).

En el mar, las obras marítimas, es decir, la instalación de las tuberías submarinas de captación y de descarga, requieren un buffer de seguridad, que corresponde a una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías mientras se instalan, con una superficie de 75.500 metros cuadrados (7,55 hectáreas), activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Esa superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área donde se realiza la recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos pueden rodear el buffer para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32).

Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se organizan de la siguiente forma. Las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, con un intervalo mínimo de dos semanas entre una y otra, una duración de 20 minutos cada una y priorizando los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49). Las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre una y otra; durante cada una se aplica una zona temporal de evacuación marina de aproximadamente 114,9 hectáreas, frente a unos 1.503,5 metros de costa, solo por los 20 minutos que dura cada evento. Esta evacuación se limita al mar, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos, y finalizado ese lapso vuelve a regir solo el buffer de seguridad de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). El Titular avisará cada tronadura con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

La restricción temporal y parcial de acceso al mar que generan el buffer de seguridad y las evacuaciones por tronadura fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. Esta restricción rige solo mientras duran las obras, y una vez concluida la construcción la situación se revierte y el uso del sector continúa (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas. Concluida la construcción, el acceso al sector se mantiene libre durante toda la operación, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Tomando en cuenta lo anterior, durante la construcción de la planta desalinizadora el ingreso al mar para trabajar en Arenillas Negras se mantiene, tanto para quienes acceden a pie por la orilla como para quienes trabajan desde embarcaciones. En la playa, la instalación de faenas de la PEAM se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas a medida que avanzan las obras, y el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur. En el mar, el buffer de seguridad de las obras marítimas, de 7,55 hectáreas, se mantiene entre los meses 4 y 14 de la construcción, coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores. Las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año, separadas por al menos dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores, y las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre cada una y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roquerío; cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación. Esta restricción temporal y parcial corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte una vez concluida la construcción, y en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa. A ello se suman el aporte de $3.000.000 para equipamiento de pesca a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición que complementa el Protocolo de avisaje, por

la cual el Titular informa, dentro de las 24 horas siguientes, el término de cada restricción y, con al menos cinco días de anticipación, el inicio de la siguiente. Concluidas las obras, el acceso al sector es libre durante toda la operación

Observación N° 106:

Etapa de operación: ¿Con el tiempo transcurrido que va a pasar con nosotros los trabajadores? Recuerden que dependemos de los recursos del sector.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación pregunta qué ocurrirá con los trabajadores del mar durante la etapa de operación del Proyecto, a medida que transcurra el tiempo, considerando que dependen de los recursos del sector. Para responder, se presenta cómo el expediente reconoce esa dependencia y, luego, qué ocurre durante la operación con el acceso al sector, con los recursos marinos y con su seguimiento en el tiempo.

El expediente reconoce la dependencia que plantea la observación. La caracterización de las organizaciones de pesca registró que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos marinos como pescado, mariscos, algas y otros recursos bentónicos (Adenda 1, p.157), y el expediente identifica siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220). Los registros oficiales dan cuenta de esa actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215). La torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). El emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre durante toda la operación, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, como el recurso y su hábitat se mantienen, la actividad extractiva se restablece al término de las obras, de inmediato y en el mismo sector. De este modo, la pesca, el buceo y la recolección de orilla pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras a lo largo de la operación.

Respecto de los recursos en el tiempo, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados, y concluye con ausencia de un proceso de acumulación progresiva de salinidad en el mar (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Para evaluar si el cambio climático puede intensificar este efecto, la descarga se modeló además para el período 2027-2044: bajo esas condiciones, los cambios de salinidad se mantienen bajo el 1% en promedio y los aumentos superiores al 5% se restringen a las inmediaciones de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga, cuyo exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre la salinidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Ese exceso máximo equivale a un 11,39% sobre la salinidad natural y baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). En cuanto a la captación, la velocidad de succión se mantiene por debajo de 0,15 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62), menor que la velocidad de nado de los peces costeros, que va de 0,3 a 0,5 metros por segundo en peces pequeños, de 10 a 20 centímetros, y de 0,5 a 1,2 metros por segundo en peces de tamaño medio, de 20 a 40 centímetros, lo que les permite alejarse activamente de la zona de captación (Adenda 1, p.53). Para dimensionar el efecto de la captación sobre las poblaciones de peces a lo largo de la operación, el análisis de Pérdida de Adulto Equivalente, que estima cuántos ejemplares adultos representaría la cantidad de huevos y larvas captados con el agua, estimó para la anchoveta una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales, equivalente a aproximadamente un 0,00046% de su desembarque regional de 93.225 toneladas en 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64), y el expediente concluye que la captación de agua de mar no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.65).

En cuanto a lo que se descarga al mar, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la

dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

El seguimiento de estas condiciones a lo largo del tiempo se realiza mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces. También monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, los sectores donde una especie marina se concentra con densidad y extensión suficientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por este plan (Adenda Complementaria, p.805). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Ordenados estos antecedentes, el expediente reconoce que los trabajadores del mar de Arenillas Negras dependen de los recursos del sector, cuya extracción y venta es su principal fuente de ingresos. Durante toda la operación, el acceso al sector se mantiene libre y, conforme al análisis de esta Dirección Regional, la actividad extractiva se restablece al término de las obras en el mismo sector, porque el recurso y su hábitat se mantienen. En el tiempo, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% y estable en los 12 años simulados, con ausencia de acumulación progresiva, también bajo las condiciones climáticas proyectadas para 2027-2044. El exceso máximo es inferior al umbral de efectos adversos, la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa, la captación opera a una velocidad menor que la de nado de los peces, la pérdida estimada de anchoveta equivale a un 0,00046% del desembarque regional y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga. El Plan de Vigilancia Ambiental, exigible durante toda la operación, verifica estas condiciones y monitorea los peces, el fondo marino y el banco de choro zapato, con informes a la SMA.

44. Observante: Wladimir Basilio Gonzalez Arteaga

Observación N° 107:

Ecosistema Marino: Que es lo que va a pasar con todo el ecosistema y fauna marinos y vida existente en el sector que van a construir.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

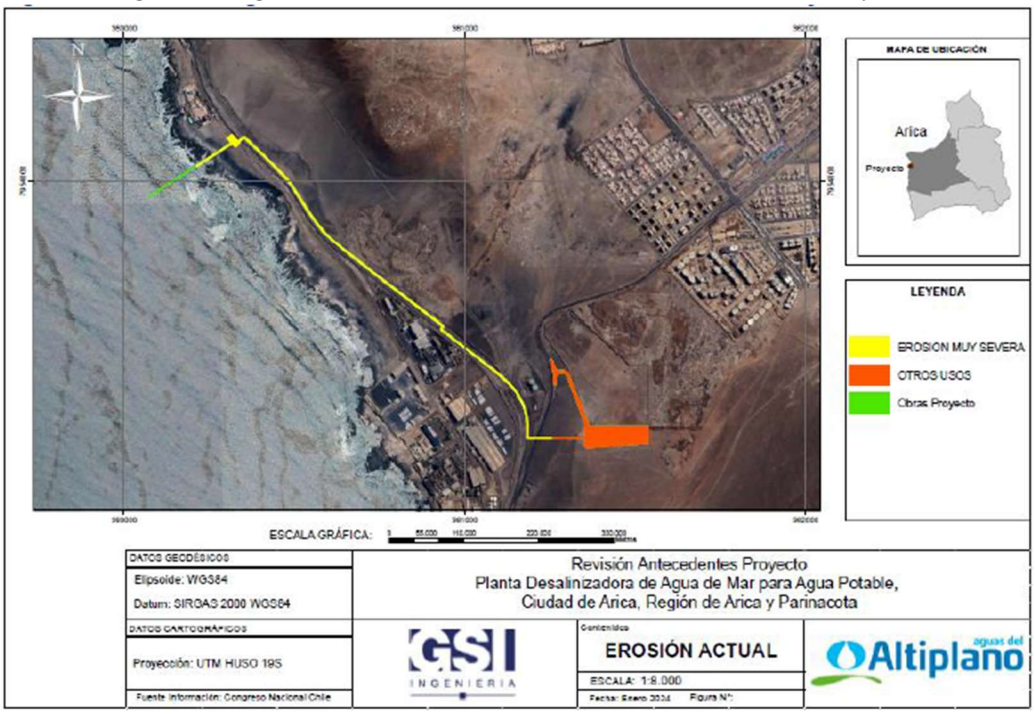
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Figura: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

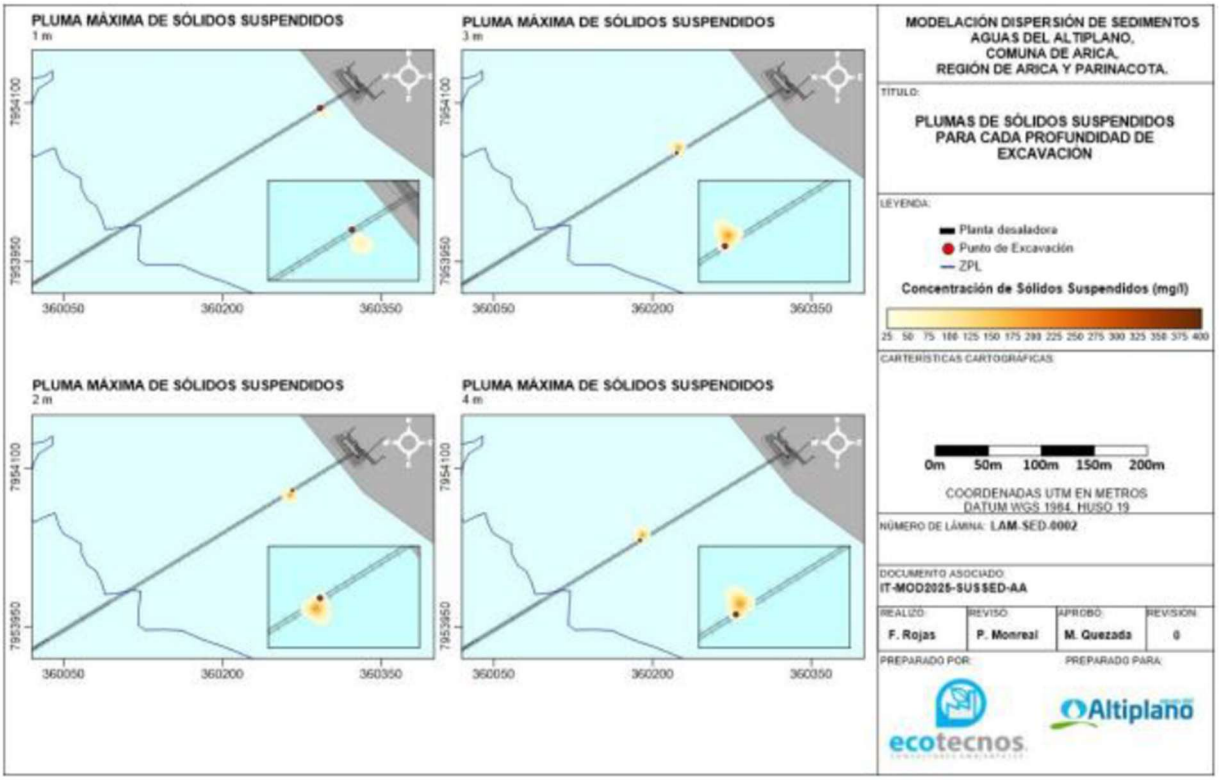
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

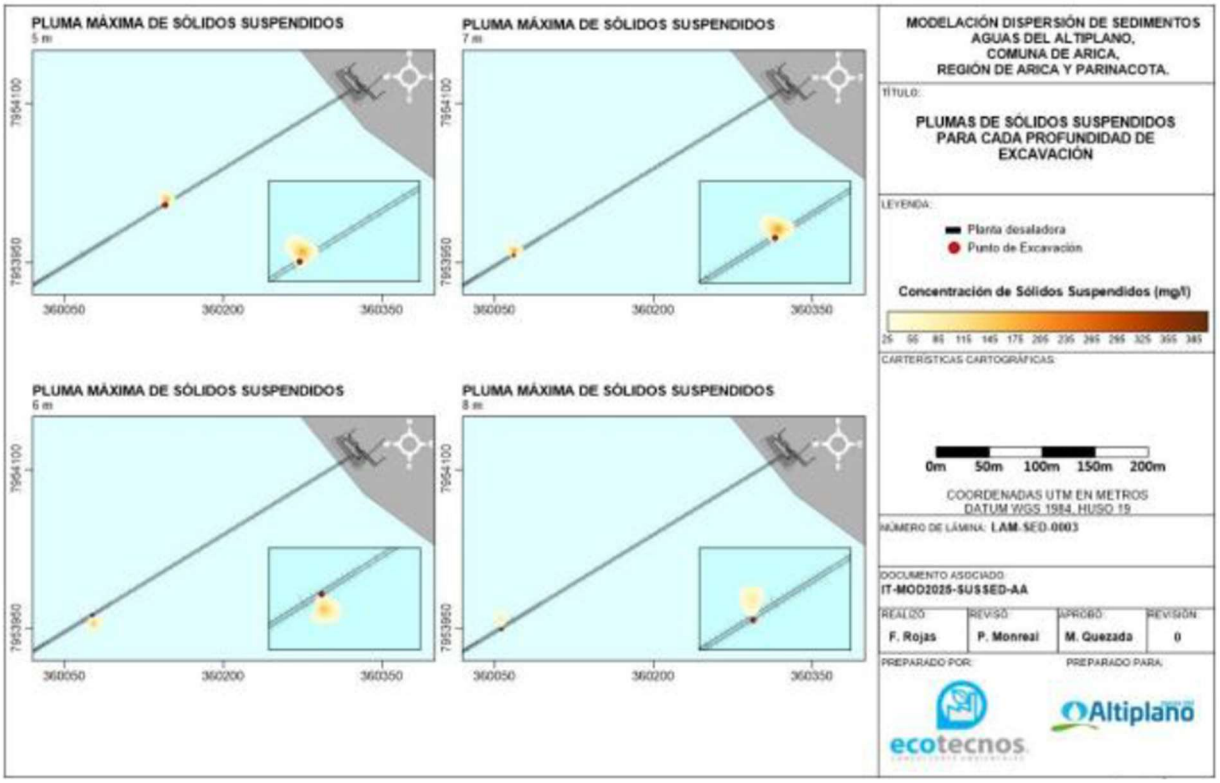
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico25

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

25 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Figura: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

111. 29,5 [m] para actividades de perforación;

112. 34,3 [m] para actividades de dragado;

113. 533 [m] para actividades de embarcación;

114. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

115. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

116. 2 [m] para actividades de perforación;

117. 3 [m] para actividades de dragado;

118. 11 [m] para actividades de embarcación;

119. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

120. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

121. 613,17 [m] para actividades de perforación

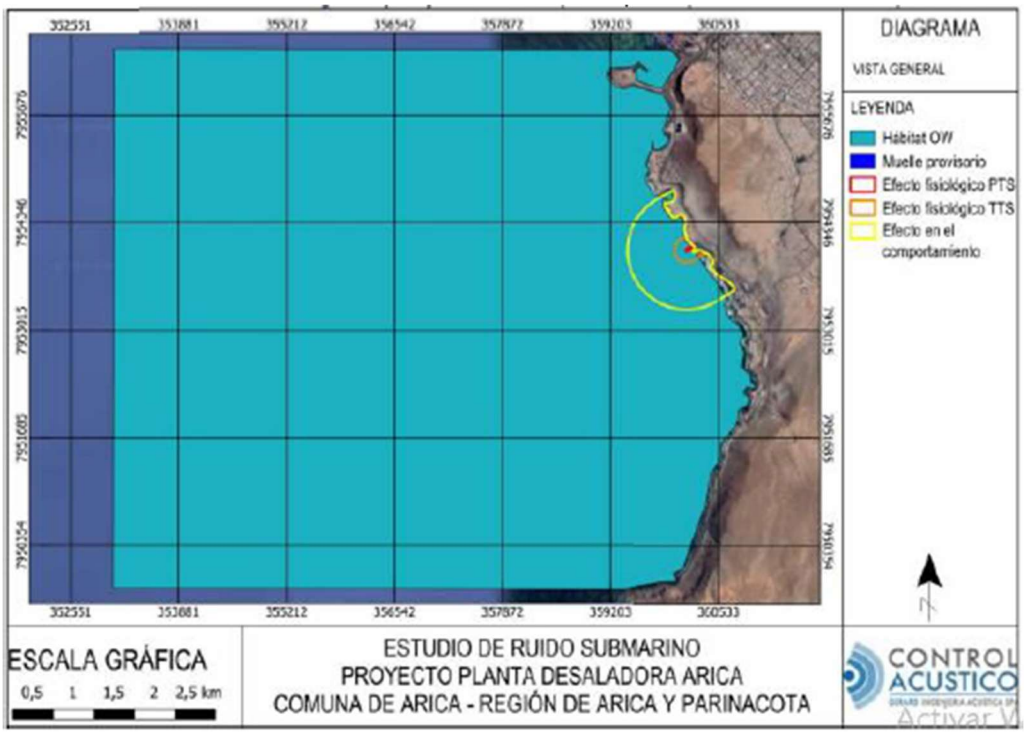
122. 730,36 [m] para actividades de dragado;

123. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

124. 3094 [m] para actividades de tronaduras

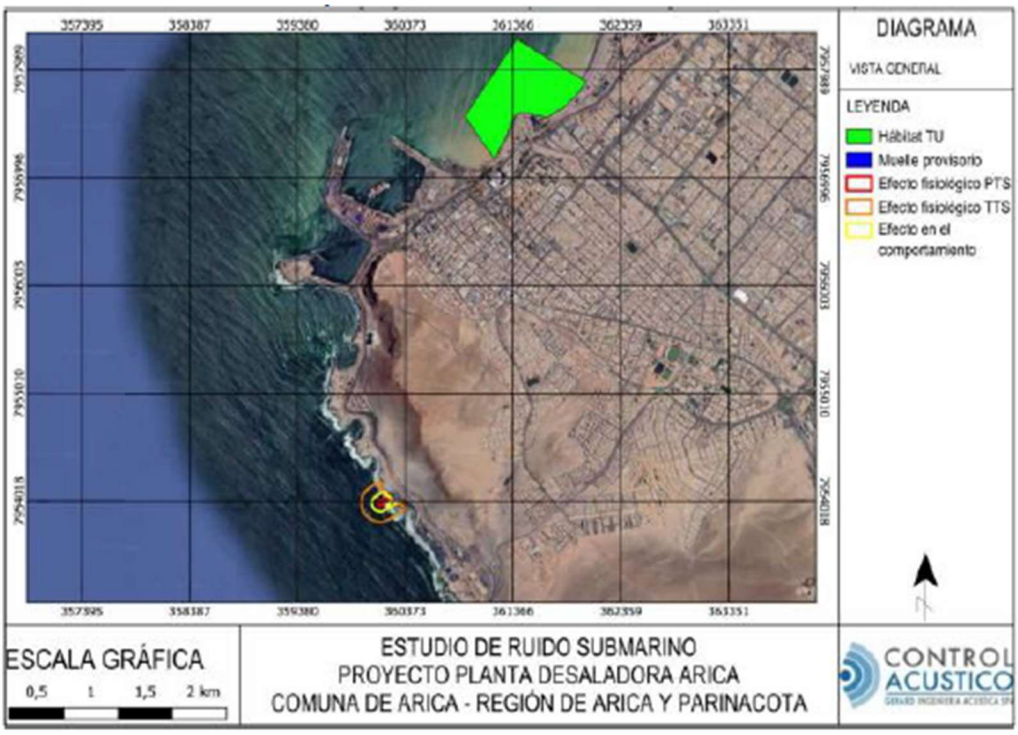
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



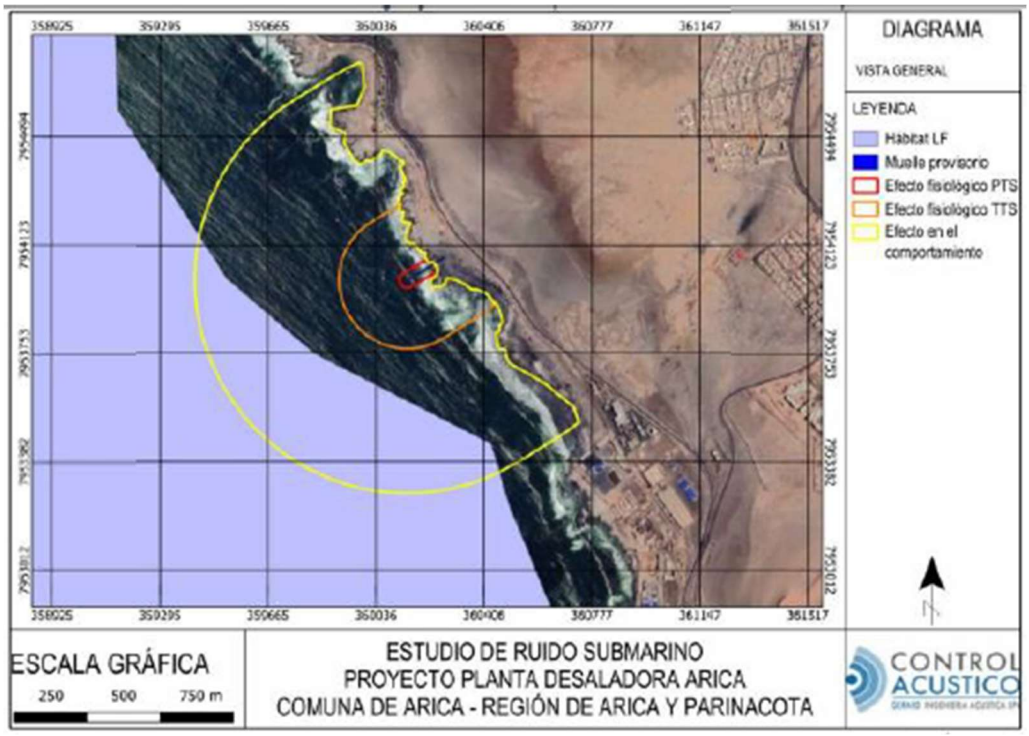
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de

escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

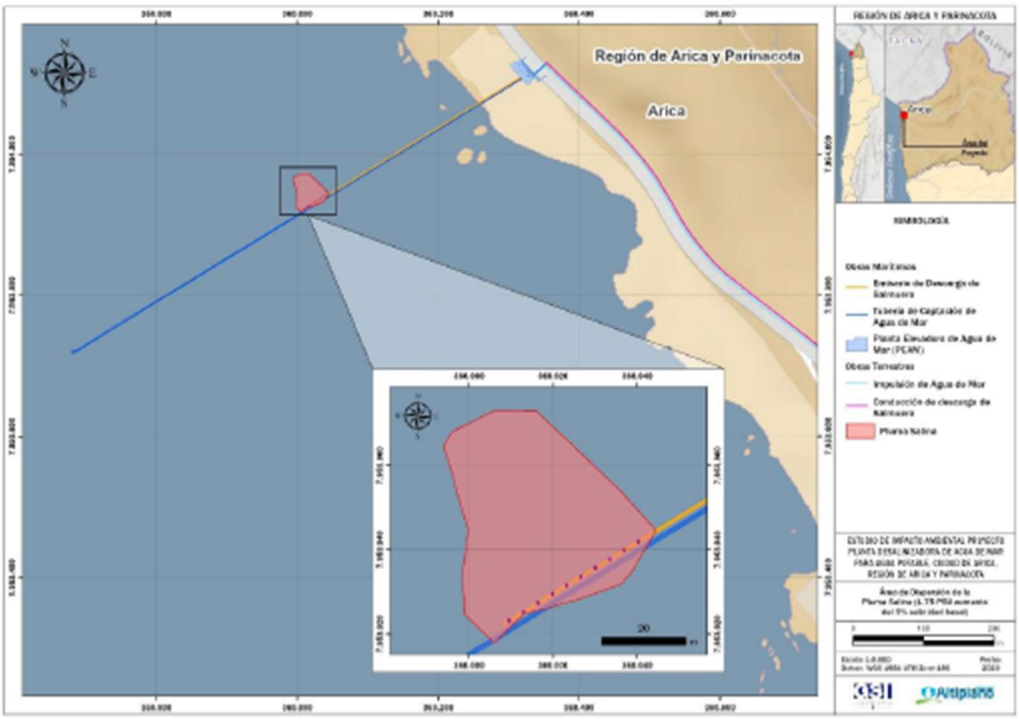
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

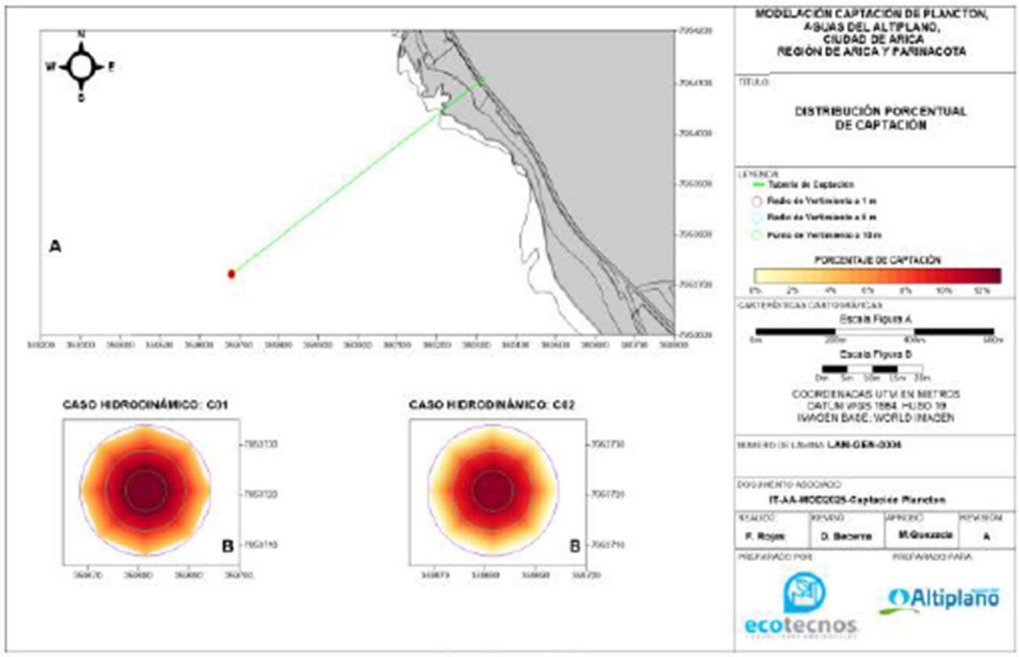
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se

desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Figura: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto

al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 108:

Etapa de construcción: Cuando empiecen la construcción de la planta como podrían trabajar o acampar los bañistas y como circular en el sector.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación pregunta cómo podrán trabajar, acampar y circular por el sector de Arenillas Negras las personas que usan la playa una vez que comience la construcción de la planta. Para responder, se describen primero las obras que ocupan la playa durante esa etapa y, luego, en el orden planteado, cómo continúan el trabajo en el mar, el camping y la circulación por el sector.

Durante la fase de construcción, la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, es la única intervención que permanece en la playa, y su superficie se reduce a medida que finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En la primera etapa ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas; una vez terminadas las excavaciones submarinas, se reduce a aproximadamente 0,87 hectáreas; y en la etapa final queda en aproximadamente 0,48 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.5, p.34). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan fuera del período estival: las nueve terrestres, entre abril y septiembre del primer año de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49), y las cinco submarinas, entre junio y la primera quincena de septiembre de ese mismo año (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54).

Respecto del trabajo en el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas tienen un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54); las terrestres tienen un intervalo mínimo de dos semanas, priorizando los lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

En cuanto al camping, se trata de un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Evaluado este uso conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por

el D.S. N°40/2012, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras a un período comprendido entre abril y septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54) mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, que ocupa 1,10 hectáreas durante el primer verano y 0,48 hectáreas durante el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Esto significa que el campamento y los demás usos recreativos de la playa pueden seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. En cuanto al baño, la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas, y en el mar rigen solo el buffer de seguridad de las obras marítimas, entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), y las áreas de seguridad durante los 20 minutos de cada tronadura, todas ejecutadas fuera del verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54), de modo que el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción.

Respecto de la circulación por el sector, la instalación de faenas, de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, es la única obra que modifica el paso por la orilla, y lo hace de manera parcial: el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). Además, durante los 20 minutos que dura cada tronadura rige un área de seguridad, en tierra para las terrestres (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49) y en el mar para las submarinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Para la circulación vehicular, el Compromiso Ambiental Voluntario "Entrega de información sobre cortes viales" contempla informar las fechas de las obras que incidan sobre la circulación, junto con los planes de señalización y seguridad aprobados por la autoridad local. Esta información se entrega a las juntas de vecinos de las unidades vecinales La Lisera, Miramar y Guañacagua y a la población general, a través del municipio, las redes sociales, la radio y el diario local, con un aviso adicional en radio y diario local el día previo a cada tronadura que implique un corte programado (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.12, pp.7.22-7.24). Para el sector que hace mayor uso de esa vía, esta Dirección Regional establece que las detenciones totales del tránsito por las tronaduras terrestres solo podrán ejecutarse entre las 9:00 y las 13:00 horas y entre las 15:30 y las 17:30 horas, con personal de control manual de tránsito, y deberán avisarse con al menos 24 horas de anticipación a la comunidad, con énfasis en las juntas de vecinos y uniones comunales del sector alto del área de influencia. Concluida la construcción, en la etapa de operación, el acceso a la totalidad de la playa se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Atendidos estos tres puntos, durante la construcción la única obra que permanece en la playa es la instalación de faenas, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas, y todas las tronaduras se ejecutan fuera del verano. Quienes trabajan en el mar pueden continuar haciéndolo: la restricción de acceso corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y durante ella el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. El camping y los demás usos recreativos pueden seguir desarrollándose durante ambos veranos, con una superposición de la instalación de faenas del 20% y del 10% del territorio usado por los campistas, el compromiso de apoyo al camping y las franjas que exige esta Dirección Regional. El baño puede seguir desarrollándose en la playa abierta, fuera del buffer marino y de las áreas de seguridad de cada tronadura. Para circular, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur de la instalación de faenas, con áreas de seguridad de 20 minutos en cada tronadura, avisadas con anticipación, y con información previa sobre los cortes viales, que se ejecutan en horarios acotados y con control manual de tránsito. Concluidas las obras, el acceso a toda la playa se mantiene libre.

Observación N° 109:

Efecto de los trabajadores marino: Como afectara económicamente la desaladora a trabajadores, pescadores, buzos, , mariscadores y en general todo tipo de trabajo marino.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por el efecto económico de la planta desalinizadora sobre pescadores, buzos, mariscadores y, en general, sobre todo tipo de trabajo marino. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó a estos trabajadores y sus modalidades de trabajo, cómo continúa su trabajo durante la fase de construcción, junto con el compromiso y la condición asociados a esa etapa, y lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, tanto en Arenillas Negras como para la pesca que se realiza desde embarcaciones.

El trabajo marino fue considerado de manera específica en el componente Medio Humano. A nivel regional, el Registro Pesquero Artesanal de Arica y Parinacota registra 1.750 pescadores artesanales activos, entre armadores, buzos, recolectores y pescadores, y 251 embarcaciones activas, y las organizaciones de pesca de la región ascienden a 17, de las cuales 15 desembarcan en Caleta Arica y dos en Caleta Camarones (Adenda Complementaria, p.522). En Arenillas Negras, la evaluación identificó siete organizaciones de pesca artesanal, que agrupan a buzos mariscadores a pulmón, auxiliares de buzo, pescadores y recolectores de orilla (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.88, p.388), cuyos dirigentes señalaron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar

(Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

La evaluación describe, además, cada una de las modalidades de trabajo marino del sector. La recolección de orilla se realiza a pie en la franja de costa que la marea cubre y descubre, o buceando a pulmón hasta unos 5 o 6 metros de profundidad, y depende de la accesibilidad terrestre a la costa. El buceo a pulmón representa "una labor vital para los sectores más vulnerables de la pesca artesanal", que aprovechan caladeros de fácil acceso como Arenillas Negras. El buceo mariscador, en el que el buzo recibe aire de un compresor instalado en una embarcación y trabaja habitualmente entre 12 y 15 metros de profundidad, se realiza con una tripulación compuesta por el buzo mariscador, un asistente de buzo en la superficie y un pescador artesanal que cumple el rol de patrón de la embarcación (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69).

Durante la fase de construcción, este trabajo continúa, con restricciones acotadas en espacio y en tiempo. Para quienes ingresan al mar desde la playa, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas, es decir, del recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos pueden rodear ese buffer y acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival: las nueve terrestres, con un intervalo mínimo de dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y las cinco submarinas, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierten al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras y, con ella, la actividad económica de quienes la desarrollan.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de

construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, concluidas las obras, el trabajo en el mar y su actividad económica pueden seguir desarrollándose en el sector.

Para la pesca que se realiza desde embarcaciones, el expediente identificó 19 especies desembarcadas en Arica, entre las cuales la anchoveta representa el 97,65% del total, seguida por la caballa, el jurel y el bonito (Adenda 1, Cuadro N°5.8, p.257). La captación de agua de mar opera con una velocidad de succión por debajo de 0,15 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62), menor que la velocidad de nado de los peces costeros, que va de 0,3 a 0,5 metros por segundo en peces pequeños, de 10 a 20 centímetros, y de 0,5 a 1,2 metros por segundo en peces de tamaño medio, de 20 a 40 centímetros, lo que les permite alejarse activamente de la zona de captación (Adenda 1, p.53). Para los huevos y larvas que podría arrastrar la captación, el análisis de Pérdida de Adulto Equivalente, que estima la biomasa de adultos que dejaría de incorporarse a las poblaciones, se desarrolló para la anchoveta, con una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales; la caballa, con 0,27 toneladas; la sardina común, con 0,0005 toneladas; y el loco, con 0,0003 toneladas. Para la anchoveta, cuyo desembarque regional alcanzó 93.225 toneladas en 2023, esa pérdida representa

aproximadamente un 0,00046% del desembarque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64), y el expediente concluye que la captación de agua de mar no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.65). La fauna íctica, es decir, los peces, se monitorea mediante el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En mérito de lo expuesto, el trabajo de pescadores, buzos, mariscadores y demás trabajadores del mar, que la evaluación consideró de manera específica, incluidas sus distintas modalidades de trabajo, y cuya principal fuente de ingresos es la extracción y venta de productos del mar, continúa en ambas fases del Proyecto, y con él su actividad económica. En la construcción, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur, el buffer de seguridad coincide con una superficie acotada del área de recolección y puede ser rodeado por las embarcaciones, y las tronaduras se concentran en eventos breves, avisados con anticipación y fuera del verano; esta restricción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, el trabajo en el mar puede seguir desarrollándose. Para la pesca desde embarcaciones, la captación opera a una velocidad menor que la de nado de los peces, la pérdida estimada de anchoveta equivale a un 0,00046% del desembarque regional, el expediente concluye que la captación no generará una afectación significativa sobre los recursos evaluados y la fauna íctica se monitorea durante toda la operación.

Observación N° 110:

Efecto de las playas aledañas: Como afectara la desaladora en las playas cercanas o próximas a la planta y cuáles serán los protocolos para cuidarlos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el seguimiento ambiental y los permisos ambientales sectoriales, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Proyecto ha sido diseñado considerando tanto las intervenciones temporales asociadas a la fase de construcción como los potenciales efectos derivados de la descarga de agua de rechazo durante la

operación. Para ello, se han evaluado las condiciones de dispersión de la salmuera y se han establecido medidas de prevención, monitoreo y seguimiento destinadas a verificar que las condiciones ambientales previstas se mantengan durante la ejecución y operación del Proyecto.

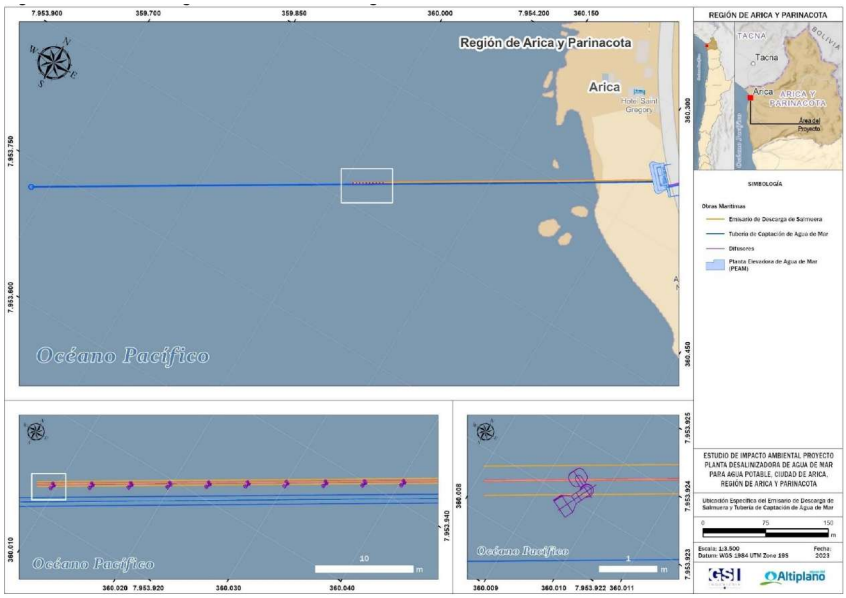
125. ¿Cómo afectará la Planta a las playas cercanas?

Durante la fase de construcción, la principal interacción directa con la playa corresponde a las obras necesarias para instalar las conducciones y demás infraestructura asociada al sistema de captación y descarga. La superficie de intervención temporal informada corresponde aproximadamente a 1.119 m², equivalente al 2,8 % del sector considerado, durante un período aproximado de 23 meses.

Esta intervención será de carácter temporal y contempla señalización, delimitación y control de las áreas de trabajo, coordinación con los usuarios del sector y restitución de la superficie intervenida una vez terminadas las obras. Posteriormente, las conducciones quedarán soterradas y la infraestructura de captación y descarga operará principalmente bajo el agua. La intervención temporal no elimina la obligación de prevenir interferencias innecesarias con el uso público del borde costero.

Durante la fase de operación, el principal aspecto que debe considerarse corresponde a la descarga submarina del agua de rechazo generada por el proceso de ósmosis inversa. Esta descarga no se realiza directamente sobre la playa, sino mediante un emisario y un sistema de difusores ubicados mar adentro.

Figura. Vista general del sistema de descarga



Fuente: Figura N° 1.1, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, Adenda Excepcional.

Ubicación y características de la descarga:

1. El efluente se evacúa mediante una conducción submarina de aproximadamente 365 m y un sistema de descarga y difusión diseñado para favorecer su mezcla con el agua de mar.

2. El rechazo líquido corresponde principalmente a agua de mar concentrada en sales como resultado del proceso de ósmosis inversa, junto con otros flujos puntuales asociados a drenajes, retrolavados y reboses del proceso.

3. En la condición mínima de operación, se captan 125 L/s de agua de mar, se producen 50 L/s de agua desalada a potabilizar y se generan 75 L/s de rechazo.

4. En la condición máxima, se captan 500 L/s de agua de mar, se producen hasta 200 L/s de agua desalada a potabilizar y se generan hasta 300 L/s de rechazo, de los cuales aproximadamente 244 L/s corresponden a salmuera y el caudal restante a otros flujos puntuales del proceso.

Tabla. Régimen de caudales de captación, producción y descarga

Condición operacional	Captación de agua de mar	Agua a potabilizar	Agua de rechazo
Mínima	125 L/s	50 L/s	75 L/s
Máxima	500 L/s	200 L/s	Hasta 300 L/s
Composición del máximo rechazo	—	—	244 L/s de salmuera más descargas puntuales de drenajes, lavado y rebalse.
Infraestructura de descarga	—	—	Emisario submarino de aprox. 365 m, con difusores en el tramo final.

Fuente: Elaboración propia a partir de Adenda Excepcional, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, secciones 1.1 y 1.2.

Dispersión de la salmuera:

La evaluación de la descarga considera modelaciones de campo cercano y lejano, incorporando las condiciones hidrodinámicas del sector, mareas, oleaje, viento y estacionalidad, con el objeto de determinar la extensión y magnitud de los cambios de salinidad asociados a la operación del emisario.

En la condición más desfavorable evaluada para el campo cercano, la modelación actualizada reporta un aumento máximo de salinidad de 3,98 PSU, equivalente a un incremento de 11,39 %. Este incremento disminuye rápidamente con la distancia desde el punto de descarga: el exceso de 10 % se reduce aproximadamente a 1,18 m del punto de emisión, mientras que el exceso de 5 % se alcanza aproximadamente a 2,13 m.

Asimismo, en el 68 % de los casos modelados no se superó el criterio de incremento de salinidad de 5 % adoptado como referencia desde ANZECC 1992, utilizado en la evaluación ante la inexistencia de una norma chilena específica que establezca un límite para el incremento de salinidad en el medio receptor. Los resultados muestran, por tanto, que las mayores concentraciones se encuentran restringidas al entorno inmediato del difusor y deben analizarse conjuntamente con los resultados de la modelación de campo lejano.

Evaluación ecotoxicológica:

Como antecedente complementario a la modelación, se realizaron ensayos ecotoxicológicos destinados a evaluar la respuesta de organismos marinos frente a distintos niveles de salinidad.

5. Para *Tisbe longicornis* se obtuvo una LC50 de 40,60 PSU a 48 horas, con un intervalo de confianza de 40,42 a 40,78 PSU.

6. Para *Isochrysis galbana* se obtuvo una EC50 de 44,80 PSU a 96 horas, con un intervalo de confianza de 44,37 a 45,23 PSU.

Las concentraciones máximas proyectadas por la modelación se encuentran por debajo de estos valores. Sin embargo, estos resultados no sustituyen la necesidad de efectuar seguimiento en terreno durante la ejecución y operación del Proyecto.

Protección de las playas y del medio marino:

Los resultados de la modelación indican que la zona de mayor incremento de salinidad se concentra en las proximidades del sistema de difusión submarino, sin proyectarse una acumulación de salmuera directamente sobre las playas cercanas en las condiciones evaluadas. La verificación de este comportamiento se realizará mediante los respectivos programas de vigilancia y seguimiento ambiental.

Asimismo, la descarga deberá cumplir con los límites aplicables establecidos en la Tabla 5 del D.S. N° 90/2000 y con las demás condiciones ambientales y sectoriales establecidas para su operación.

1. Protocolos para cuidar las playas cercanas

Para verificar que las condiciones proyectadas se mantengan durante la construcción y operación del Proyecto, se contemplan los siguientes mecanismos de prevención, vigilancia y seguimiento:

Plan de Vigilancia Ambiental (PVA):

1. Se realizará seguimiento de variables fisicoquímicas y biológicas del medio marino, incluyendo salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, sedimentos y biota, según corresponda a cada fase y programa de seguimiento.

2. Los resultados obtenidos serán contrastados con la línea de base y con las condiciones y límites establecidos durante la evaluación ambiental.

3. Durante la fase de construcción se contempla el seguimiento de parámetros asociados a las obras marítimas, incluyendo SST, turbidez y oxígeno disuelto.

4. De acuerdo con el Plan de Seguimiento Ambiental, durante las actividades constructivas correspondientes se contempla monitoreo diario por un período de cuatro meses, incluyendo la

activación de medidas de control cuando las concentraciones de SST superen el valor de 380 mg/L establecido en el seguimiento.

5. Durante la fase de operación se contemplan campañas semestrales durante cinco años para verificar las condiciones fisicoquímicas y biológicas del medio marino, con los avisos correspondientes a la SMA y SERNAPESCA y una revisión de los resultados al término del período establecido.

Uso de difusores:

6. El emisario incorpora un sistema de difusión submarino destinado a favorecer la mezcla del efluente con el agua de mar.

7. Su diseño permite que las mayores concentraciones de salinidad se reduzcan rápidamente en las proximidades del punto de descarga, conforme a los resultados obtenidos mediante la modelación de campo cercano.

8. El comportamiento efectivo de la descarga será verificado mediante el seguimiento ambiental, de manera que los resultados de la modelación puedan ser contrastados con las condiciones observadas en terreno.

Acciones correctivas en caso de desviaciones:

9. Si el seguimiento detecta desviaciones respecto de los límites, parámetros o condiciones comprometidas, deberán activarse las medidas de control y contingencia establecidas para el Proyecto.

10. Dependiendo de la naturaleza y magnitud del evento, estas medidas podrán considerar la revisión de las condiciones operacionales, reducción o detención de la descarga, inspección del sistema de conducción y difusión, identificación de la causa de la desviación y ejecución de las medidas necesarias antes del reinicio normal de la operación.

11. En caso de una falla del emisario o de detectarse condiciones que puedan implicar una descarga fuera de los parámetros establecidos, se aplicarán los procedimientos contemplados en el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias y las comunicaciones a las autoridades competentes que correspondan.

Participación comunitaria y seguimiento:

12. El Proyecto incorpora mecanismos de participación y registro con organizaciones y usuarios vinculados al borde costero, incluyendo organizaciones relacionadas con la pesca artesanal.

13. Estos mecanismos permitirán registrar y hacer seguimiento de aspectos relacionados con accesos, comunicaciones, eventuales incidentes o interferencias y medidas implementadas.

14. Durante la fase de construcción deberán mantenerse medidas de señalización, delimitación y control de las áreas intervenidas, así como la coordinación necesaria para reducir interferencias con los usuarios del sector.

15. Una vez finalizadas las obras temporales en la playa, se contempla la restitución de las superficies intervenidas de acuerdo con las condiciones establecidas para el Proyecto.

En consecuencia, durante la construcción existirá una intervención temporal y acotada de aproximadamente 1.119 m² de superficie de playa, equivalente al 2,8% del sector considerado, la cual deberá ser restituida una vez terminadas las obras. Durante la operación, la principal interacción con el medio marino corresponderá a la descarga submarina del agua de rechazo mediante el emisario y sus difusores.

La modelación actualizada muestra que los mayores incrementos de salinidad se concentran en el entorno inmediato del punto de descarga, alcanzándose en la condición más desfavorable un incremento máximo de 3,98 PSU y reduciéndose el exceso de 5% aproximadamente a 2,13 m del difusor. Estos resultados deberán ser verificados en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental y el Plan de Seguimiento Ambiental, junto con el cumplimiento de los límites aplicables a la descarga y la implementación de medidas correctivas en caso de detectarse desviaciones.

De esta forma, la protección de las playas y del medio marino no depende exclusivamente de los resultados de la modelación, sino de un conjunto de medidas que comprende el diseño y ubicación del sistema de descarga, la utilización de difusores, el cumplimiento de las condiciones aplicables al efluente, el monitoreo de variables fisicoquímicas y biológicas, la implementación de protocolos de contingencia y la coordinación con los usuarios del borde costero.

45. Observante: Pedro antonio Flores Ollaban

Observación N° 111:

Ecosistema Marino Planta desalinizadora: la devolución de sal al mar matara toda vida marina, tales como microalgas, plancton, mariscos, peces, moluscos, pulpos, almejas, choros, locate, piure, etc.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

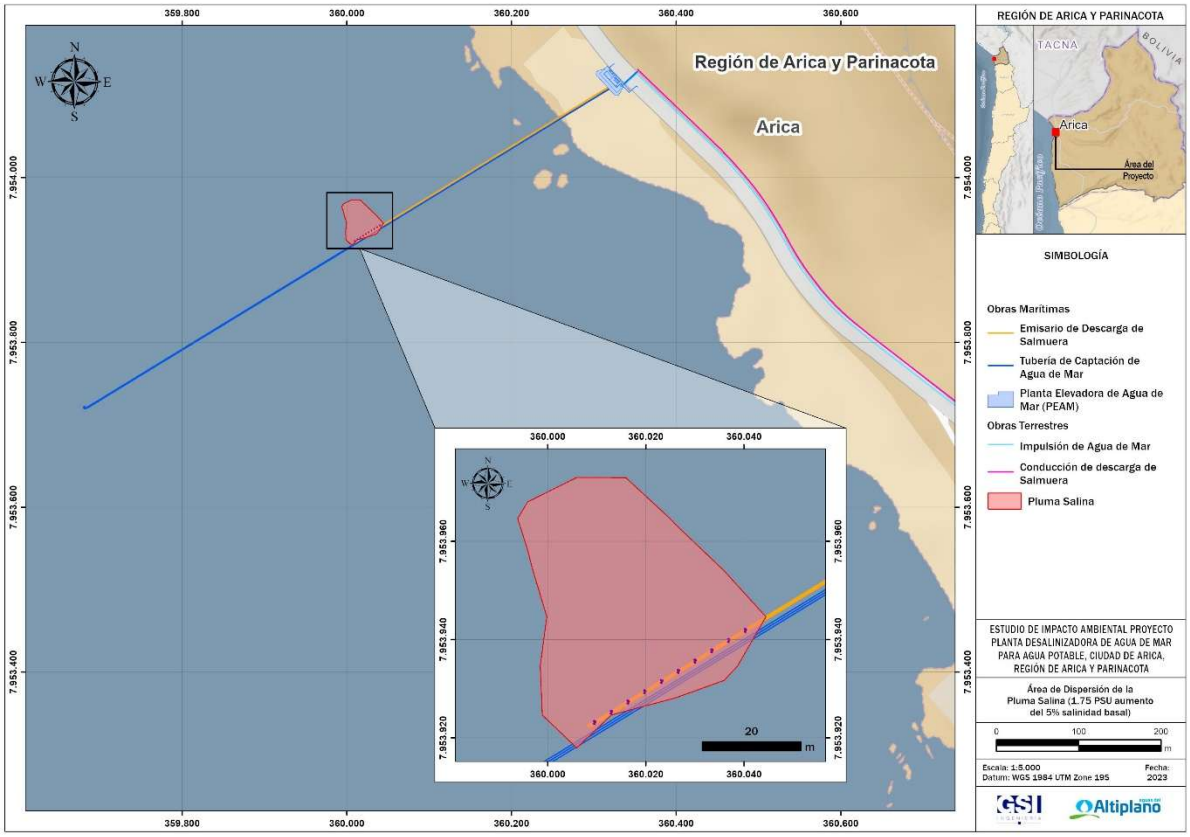
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

2. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

3. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que, si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la

zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 112:

Impacto a nuestra fuente de trabajo: Soy buzo mariscador por más de 40 años toda una visa en el mar Arenillas Negras, me ha dado sustento económico para educar a mis hijos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación de un buzo mariscador con más de 40 años de trabajo en Arenillas Negras por el efecto del Proyecto sobre la fuente laboral que le ha dado el sustento económico para educar a sus hijos. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, el observante podrá seguir usando la playa y el mar de Arenillas Negras para su trabajo, tanto durante la construcción como durante la operación del Proyecto. Para fundamentarlo, se presenta cómo el expediente reconoce este trabajo, cómo continúa durante la fase de construcción, junto con el compromiso y la condición asociados a esa etapa, y lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

El expediente reconoce la trayectoria de este trabajo y su importancia como sustento de las familias. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal en Arenillas Negras, de las cuales cuatro son sindicatos independientes de buzos a pulmón que reúnen a 120 integrantes (Adenda 1, Cuadro N°3.4, p.156), y las entrevistas a sus dirigentes registraron que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia y que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, desembarcaron 2,432 toneladas en el sector, principalmente almeja y pulpo del norte (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). El expediente describe también el buceo mariscador como una modalidad de pesca artesanal en la que el buzo recibe aire de un compresor instalado en una embarcación, lo que le permite descender a mayores profundidades, habitualmente entre 12 y 15 metros, y permanecer más tiempo sumergido para extraer recursos de los roqueríos, como el piure, el erizo, el chorito y el congrio; la faena se realiza con una tripulación compuesta por el buzo mariscador, un asistente de buzo en la superficie y un pescador artesanal que cumple el rol de patrón de la embarcación (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69).

Durante la fase de construcción, el trabajo de los buzos mariscadores continúa, con restricciones acotadas en espacio y en tiempo. En la playa, la única obra que modifica el paso por la orilla es la instalación de faenas, es decir, el recinto cerrado donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, y lo hace de manera parcial: los pescadores y recolectores pueden seguir accediendo a la orilla desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), es decir, el recinto ocupa un tramo de la playa y la orilla puede alcanzarse por ambos costados de él. La superficie de este recinto se reduce a medida que avanzan las obras, desde aproximadamente 1,10 hectáreas en la primera etapa hasta aproximadamente 0,48 hectáreas en la etapa final (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos pueden rodear ese buffer y acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival: las nueve terrestres, con un intervalo mínimo de dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y las cinco submarinas, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierten al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Esto significa que, durante toda la construcción, el buzo mariscador puede seguir ingresando a la playa por el norte o por el sur de la instalación de faenas, saliendo al mar en su embarcación y trabajando en el sector, con la salvedad de la franja de resguardo de las obras, que puede rodear, y de los 20 minutos de cada una de las cinco tronaduras submarinas, avisadas con anticipación; y, con ello, mantener el sustento de su familia.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, entre ellas los sindicatos de buzos mariscadores del sector, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente,

mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso a toda la playa y al mar se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, concluidas las obras, el buzo mariscador puede seguir trabajando en Arenillas Negras sin las restricciones de la construcción, y con ello mantener el sustento de su familia.

Examinado lo anterior, el observante podrá seguir usando la playa y el mar de Arenillas Negras para su trabajo de buceo y mariscado, fuente del sustento con el que ha educado a sus hijos, tanto durante la construcción como durante la operación del Proyecto. El expediente reconoce la larga trayectoria de los buzos del sector, describe el buceo mariscador y su tripulación, y reconoce la extracción y venta de productos del mar como su principal fuente de ingresos. En la construcción, la orilla puede alcanzarse por ambos costados de la instalación de faenas, las embarcaciones de los buzos pueden rodear el buffer de seguridad, que coincide con una superficie acotada del área de recolección, y las tronaduras se concentran en eventos breves, avisados con anticipación y fuera del verano; esta restricción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre a toda la playa y al mar y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, el trabajo de los buzos mariscadores puede seguir desarrollándose.

Observación N° 113:

Impacto Económico: Soy un Hombre de 3era edad y mi sustento es el mar la planta desalinizadora matará arenillas negras y la convertirá en zona de sacrificio. Siendo una Playa muy productiva y única en el mundo por s arena negra, número 8 en el mundo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación, formulada por un adulto mayor cuyo sustento proviene del mar, plantea que la planta desalinizadora afectaría ese sustento y convertiría en zona de sacrificio a Arenillas Negras, playa productiva y valorada por su arena negra. Para responder, se describe el Proyecto, los usos y la productividad de la playa, qué ocurre con cada uso en construcción y operación, y el medio marino que sostiene esa productividad, incluidos los productos químicos que utiliza la planta y su vigilancia durante la operación.

El Proyecto consiste en una planta desalinizadora que producirá hasta 200 litros por segundo de agua para potabilizar (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.1), con una Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) en el sector costero de Arenillas Negras, que bombea el agua de mar hacia la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), a la que se accede desde la calle San Ignacio de Loyola (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.96), y obras marítimas de captación y de descarga de salmuera, que es el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso.

La evaluación reconoce a Arenillas Negras como una playa de usos múltiples, utilizada por organizaciones de pesca artesanal, entre ellas sindicatos de buzos mariscadores y de recolectores de orilla, por las familias que acampan en el sector y por clubes de surf y bodyboard (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.19), además de paseantes (Adenda Complementaria, p.313). Coincide también en que es una playa productiva: siete organizaciones de pesca artesanal agrupan a buzos mariscadores a pulmón, auxiliares de buzo, pescadores y recolectores de orilla (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.88, p.388), cuya principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157), y entre 2017 y junio de 2024 los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

Durante la fase de construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

En la misma fase, el camping, uso consolidado por más de siete décadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), puede seguir desarrollándose en ambos veranos: las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54), y la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria y los materiales, ocupa 1,10 hectáreas el primer verano y 0,48 hectáreas el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16), que esta Dirección Regional exige reforzar con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado.

Respecto del surf y bodyboard, el buffer de seguridad de las obras marítimas, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas, se mantiene activo entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El área de enseñanza, a 218,8 metros del límite de ese buffer, y la ola izquierda, a 263 metros, quedan fuera de esa franja (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.104-105), y la ola derecha se ubica a 80 metros de su límite (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Por ello, esta Dirección Regional establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el primer verano, el Titular contempla además el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), y esta Dirección Regional establece que

ese traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la PEAM queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Concluidas las obras, las restricciones de acceso terminan, y la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos la fuente de ingresos asociada, así como el camping, el surf y los paseos, pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

En cuanto a la vida marina que sostiene la productividad de la playa, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). En cuanto a la salinidad, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y el modelo de dispersión de la salmuera simuló doce años de operación, entre 2012 y 2023, con un aumento promedio de salinidad bajo el 1% respecto de la salinidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos del área a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor que se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, cuyo exceso máximo es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los

ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Considerando el conjunto de antecedentes, en Arenillas Negras las actividades de las que depende la fuente de ingresos de quienes trabajan en el mar continúan en ambas fases del Proyecto. Durante la construcción, la pesca, el buceo y la recolección de orilla enfrentan una restricción temporal y parcial, correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, en la que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje, mientras el camping y el surf y bodyboard continúan. En la operación, terminadas las restricciones de acceso, estos usos pueden seguir desarrollándose. Los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, los efectos adversos sobre organismos marinos comienzan por sobre la salinidad que genera la descarga y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa, condiciones que el Plan de Vigilancia Ambiental verifica durante toda la operación. Estos son los antecedentes con que la evaluación responde al planteamiento de que la playa se convertiría en una zona de sacrificio.

46. Observante: Hector Antonio Azola Alfaro

Observación N° 114:

Afectación importante al ecosistema: la extinción y muerte de las especies marinas (peces, mariscos, moluscos, etc).

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

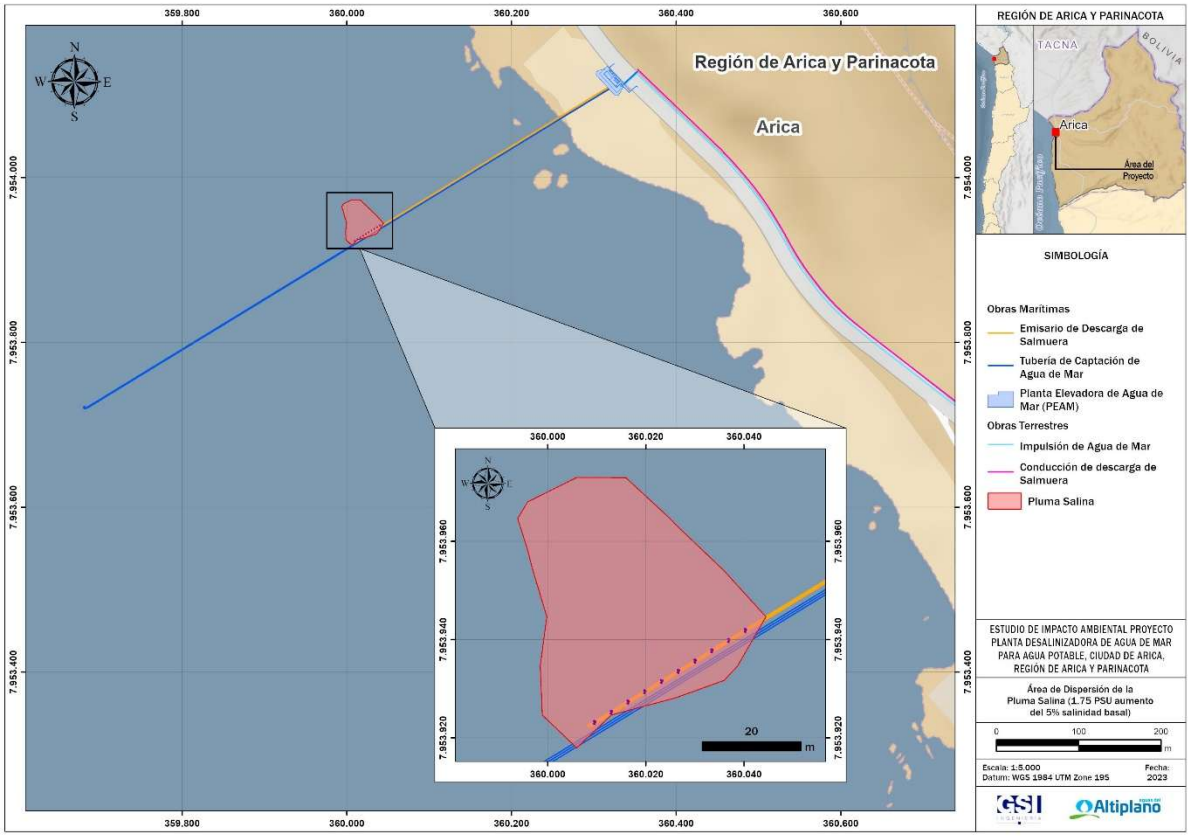
Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

4. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

5. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 115:

Perdida de fuente laboral: Al no tener nada que extraer de las costas de nuestra comuna, perdemos nuestra fuente laboral y por consiguiente los ingresos económicos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que, con el Proyecto, las costas de la comuna dejarían de tener recursos que extraer y se perdería la fuente laboral y los ingresos de quienes trabajan en el mar. Para responder, se

presenta la caracterización de esa fuente laboral y de los recursos del sector y, para cada fase del Proyecto, qué ocurre con los recursos marinos y con el acceso a ellos.

Esta fuente laboral y su dimensión económica fueron evaluadas de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron, además, que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157).

Respecto de los recursos, la Línea de Base de Medio Marino, es decir, la descripción del medio marino en su condición previa al Proyecto, identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Durante la fase de construcción, los efectos sobre los recursos del fondo marino son acotados. El hincado de pilotes del muelle provisorio, es decir, su instalación a golpes en el fondo marino, genera una remoción puntual de sedimentos en el entorno inmediato y limitada al periodo de las obras, sobre comunidades del fondo marino dominadas por especies con alta capacidad de recolonización (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.39, pp.3.48-3.49). La instalación de las tuberías altera esas comunidades de manera localizada, circunscrita al entorno inmediato de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.40, pp.3.49-3.50). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

En la misma fase, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella la fuente laboral y los ingresos que provienen de la extracción y venta de productos

del mar. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Así, la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos la fuente laboral y los ingresos asociados, pueden seguir desarrollándose.

En cuanto a los recursos durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Ponderados estos antecedentes, la fuente laboral de quienes pescan, bucean y recolectan en Arenillas Negras proviene de la extracción y venta de productos del mar, y el choro zapato es el único banco natural identificado, que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. Durante la construcción, los efectos sobre el fondo marino son localizados y la recolonización se espera en el sector intervenido. La restricción de acceso es temporal y parcial y corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, el acceso se mantiene libre y la actividad extractiva puede seguir desarrollándose. Los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el aumento promedio de salinidad queda bajo el 1%, el exceso máximo es inferior al umbral de efectos adversos y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa, condiciones que el Plan de Vigilancia Ambiental verifica durante toda la operación.

Observación N° 116:

Inhabilitación para una correcta sustentabilidad: Al perder la sustentabilidad se pierden los recursos naturales que nos proporcionan las costas de Arica, principalmente las especies marinas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

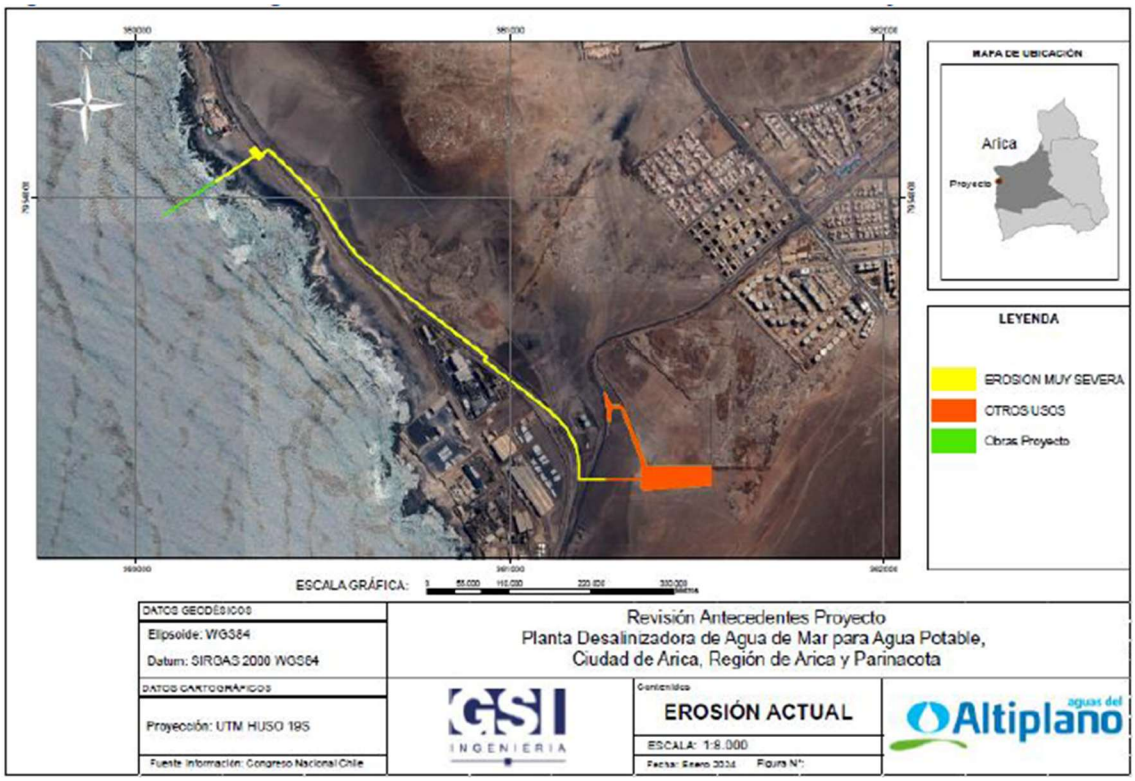
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar

el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

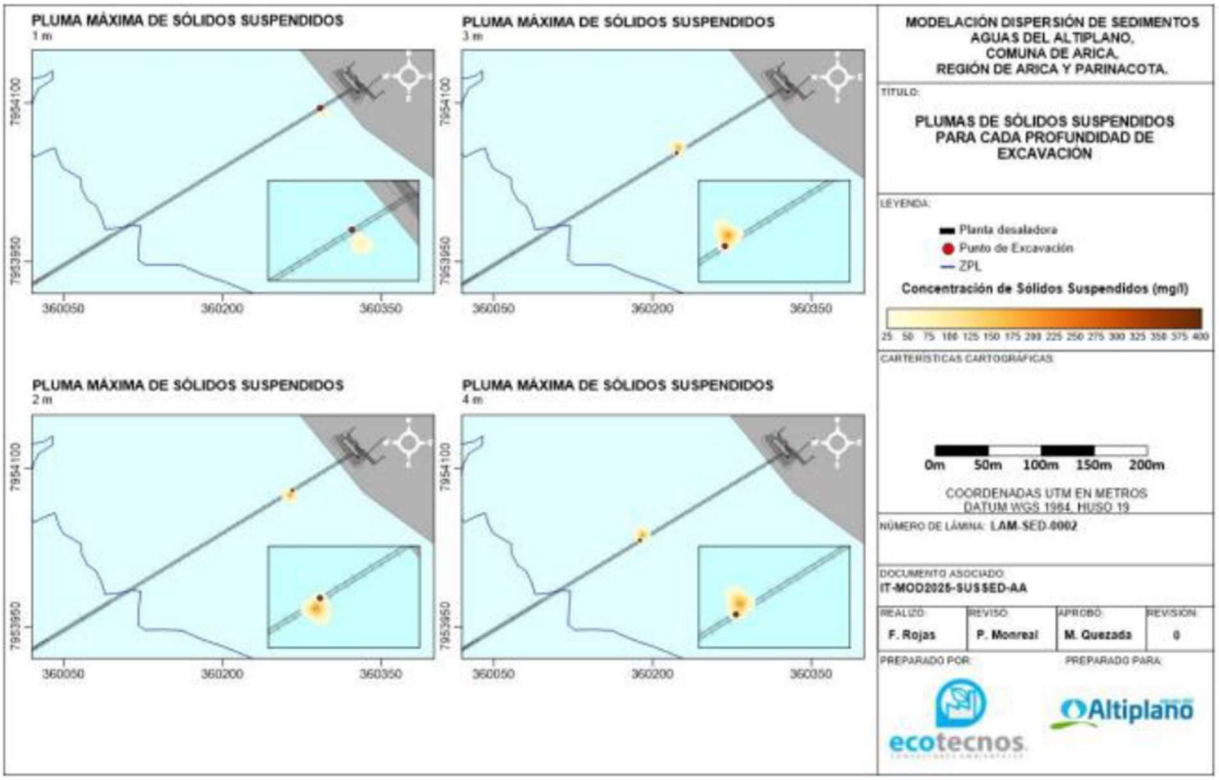
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

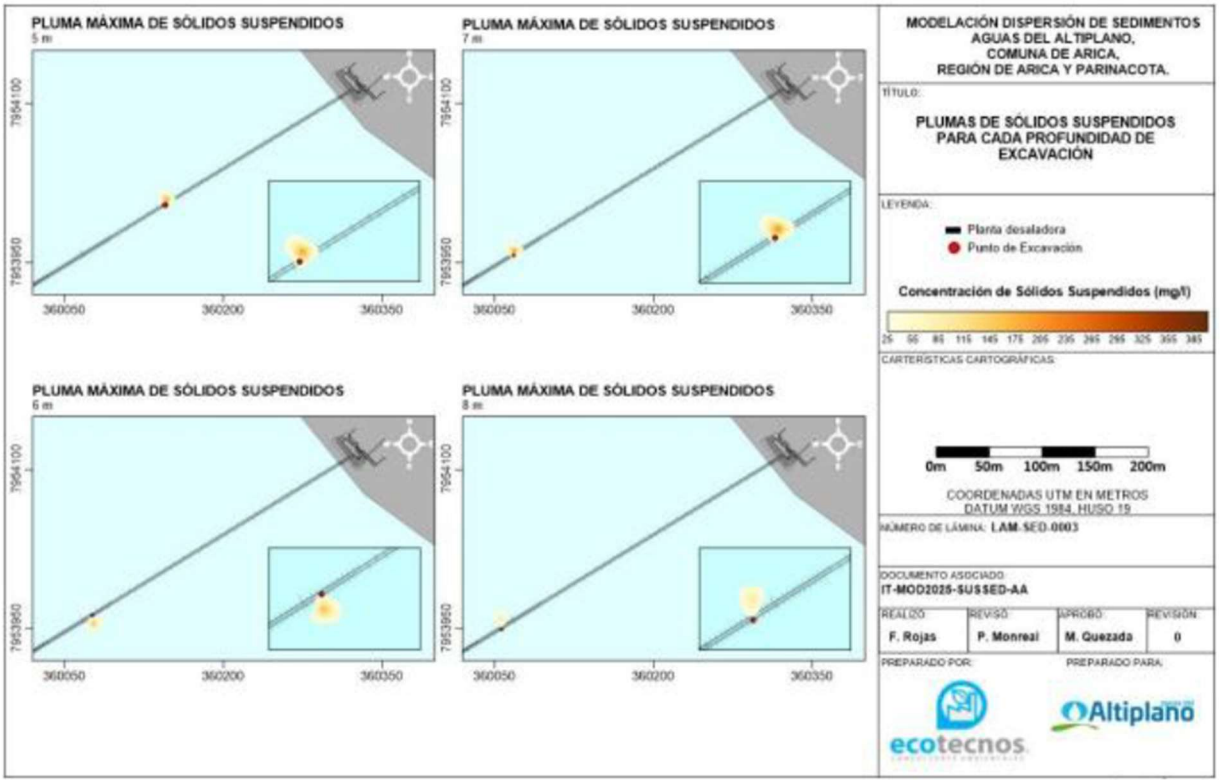
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico26

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual27

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

6. 29,5 [m] para actividades de perforación;
7. 34,3 [m] para actividades de dragado;
8. 533 [m] para actividades de embarcación;
9. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y
10. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

11. 2 [m] para actividades de perforación;

12. 3 [m] para actividades de dragado;

13. 11 [m] para actividades de embarcación;

14. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

15. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

16. 613,17 [m] para actividades de perforación

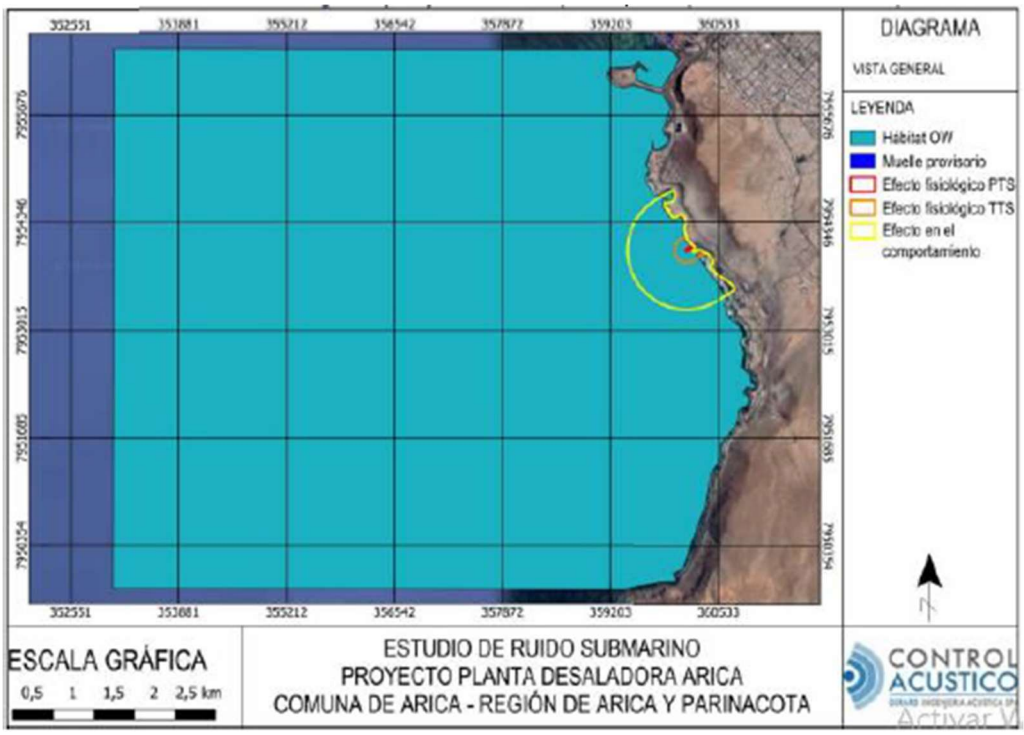
17. 730,36 [m] para actividades de dragado;

18. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

19. 3094 [m] para actividades de tronaduras

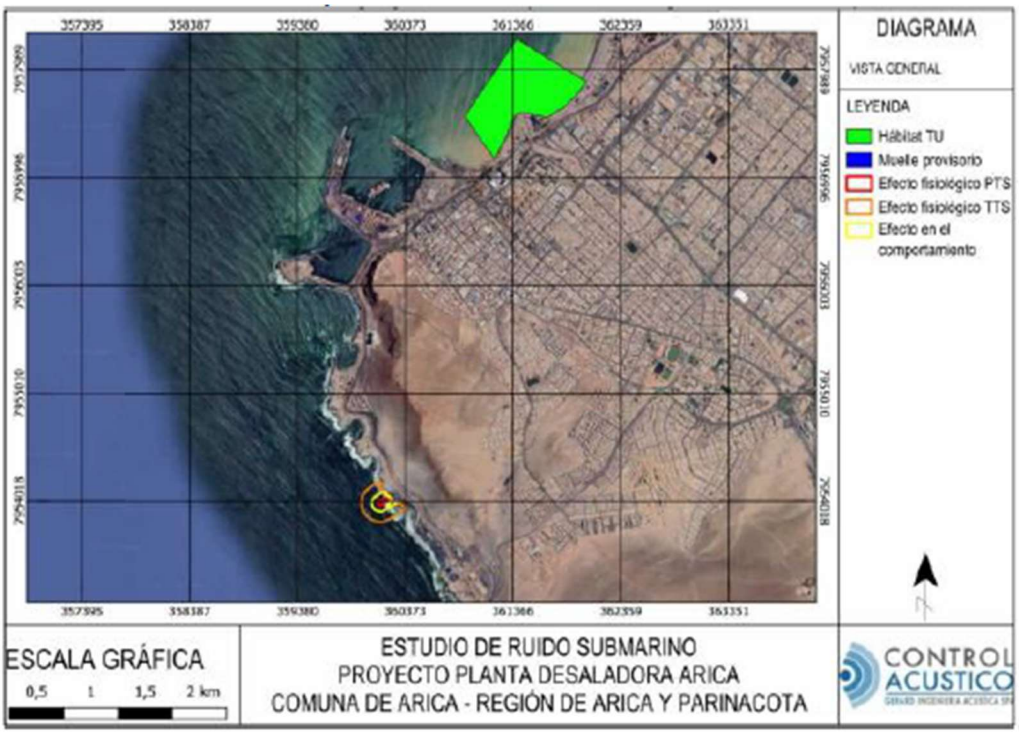
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



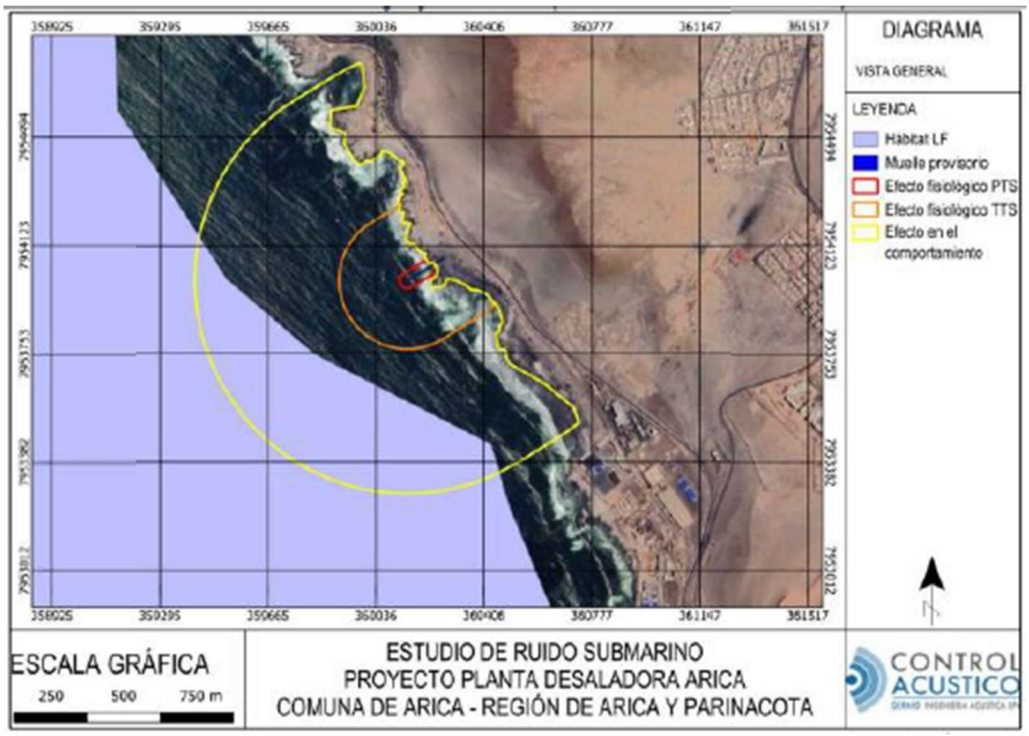
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

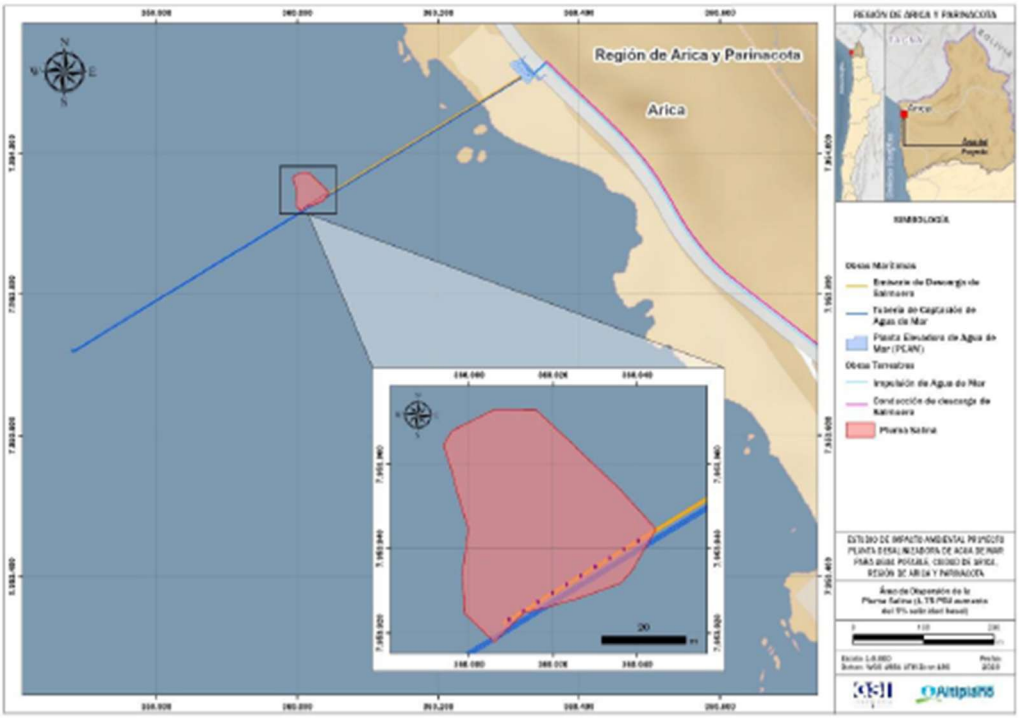
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

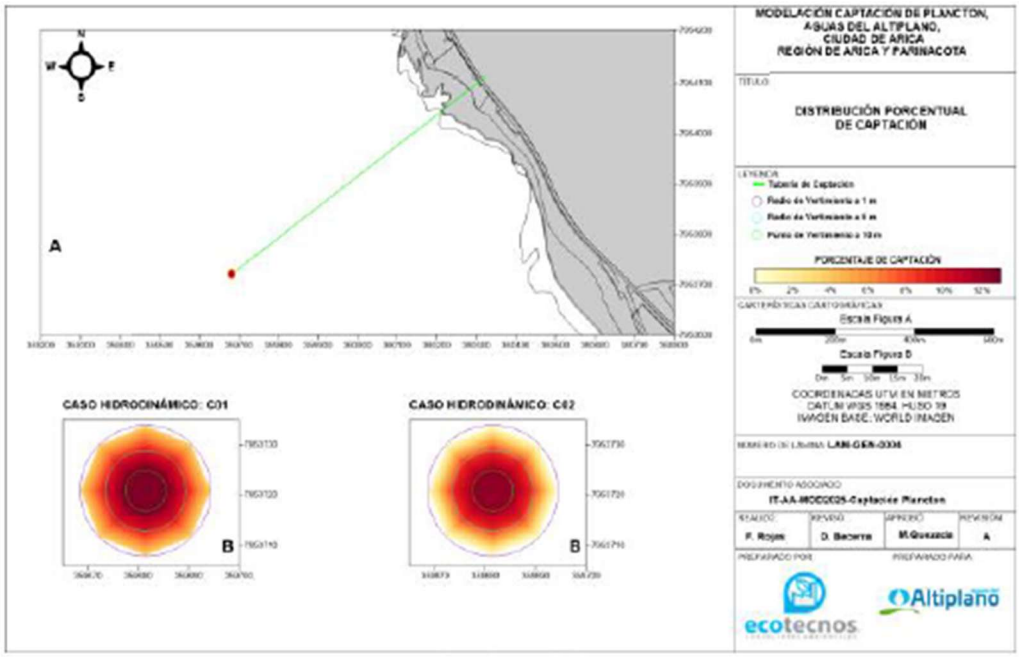
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 117:

Contaminación e impacto ambiental en el borde costero: Al tener un fuerte impacto ambiental, se pierden nuestros recursos naturales lo que no permitiría que se incrementen las especies marinas, más bien se pierden y mueren.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

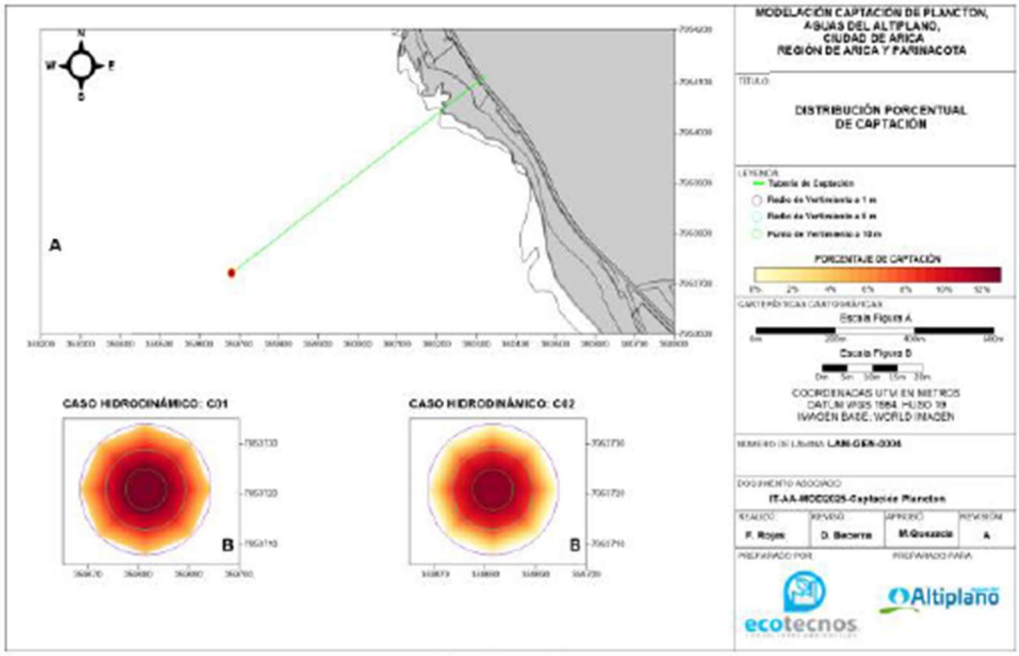
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

47. Observante: Anake Andrea Azola Rojas

Observación N° 118:

Impacto económico a los trabajadores: Los trabajadores pierden su fuente de trabajo lo cual impacta directamente en su economía al no poder trabajar no percibir ingresos que les permita subsistir

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que, con el Proyecto, quienes trabajan en el mar perderían su fuente de trabajo y dejarían de percibir los ingresos que les permiten subsistir. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la fuente de trabajo de quienes pescan, bucean y recolectan en Arenillas Negras se mantiene tanto durante la construcción como durante la operación del Proyecto. Para fundamentarlo, se presenta cómo el expediente caracterizó esta fuente de trabajo y sus modalidades y, luego, qué ocurre con el trabajo, con los recursos y con los ingresos durante la fase de construcción y durante la fase de operación.

Esta fuente de trabajo y su dimensión económica fueron evaluadas de manera específica en el componente Medio Humano. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220) y cuantificó su actividad: entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron, además, que muchos de ellos tienen más de 30 años de experiencia y que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar, que se comercializan directamente en caletas, mercados locales y ferias (Adenda 1, p.157).

La evaluación describe, además, cada una de las modalidades de este trabajo. La recolección de orilla se realiza a pie en la franja de costa que la marea cubre y descubre, o buceando a pulmón hasta unos 5 o 6 metros de profundidad, y depende de la accesibilidad terrestre a la costa. El buceo a pulmón representa "una labor vital para los sectores más vulnerables de la pesca artesanal", que aprovechan caladeros de fácil acceso como Arenillas Negras. El buceo mariscador se realiza desde una embarcación, con un compresor que suministra aire al buzo, habitualmente entre 12 y 15 metros de profundidad, y con una tripulación compuesta por el buzo mariscador, un asistente de buzo en la superficie y un pescador artesanal que cumple el rol de patrón de la embarcación (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69).

Durante la fase de construcción, este trabajo continúa, con restricciones acotadas en espacio y en tiempo. En la playa, la única obra que modifica el paso por la orilla es la instalación de faenas, es decir, el recinto cerrado donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, y lo hace de manera parcial: los pescadores y recolectores pueden

seguir accediendo a la orilla desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), es decir, el recinto ocupa un tramo de la playa y la orilla puede alcanzarse por ambos costados de él. La superficie de este recinto se reduce a medida que avanzan las obras, desde aproximadamente 1,10 hectáreas en la primera etapa hasta aproximadamente 0,48 hectáreas en la etapa final (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos pueden rodear ese buffer y acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival: las nueve terrestres, con un intervalo mínimo de dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y las cinco submarinas, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierten al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Esto significa que, durante toda la construcción, quienes pescan, bucean y recolectan pueden seguir ingresando a la playa por el norte o por el sur de la instalación de faenas, saliendo al mar y trabajando en el sector, con la salvedad de la franja de resguardo de las obras, que las embarcaciones pueden rodear, y de los 20 minutos de cada una de las cinco tronaduras submarinas, avisadas con anticipación; y, con ello, mantener los ingresos que provienen de la extracción y venta de productos del mar.

En cuanto a los recursos de los que dependen esos ingresos, durante la construcción la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). Las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante; si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51).

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez,

de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso a toda la playa y al mar se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Concluidas las obras, la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos los ingresos que provienen de la extracción y venta de los recursos, pueden seguir desarrollándose sin las restricciones de la construcción.

Por lo expuesto, quienes pescan, bucean y recolectan en Arenillas Negras, cuya principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar, mantienen su fuente de trabajo y pueden seguir trabajando en ambas fases del Proyecto. En la construcción, la orilla puede alcanzarse por ambos costados de la instalación de faenas, las embarcaciones pueden rodear el buffer de seguridad, que coincide con una superficie acotada del área de recolección, las tronaduras se concentran en eventos breves, avisados con anticipación y fuera del verano, y el banco de choro zapato se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos; esta restricción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva, y con ella los ingresos, puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre a toda la playa y al mar y el banco natural de choro zapato

monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, el trabajo en el mar y los ingresos asociados pueden seguir desarrollándose.

Observación N° 119:

Impacto Ambiental en las costas de Arica: Perdida parcial o total de las especies marinas de las costas de Arica.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

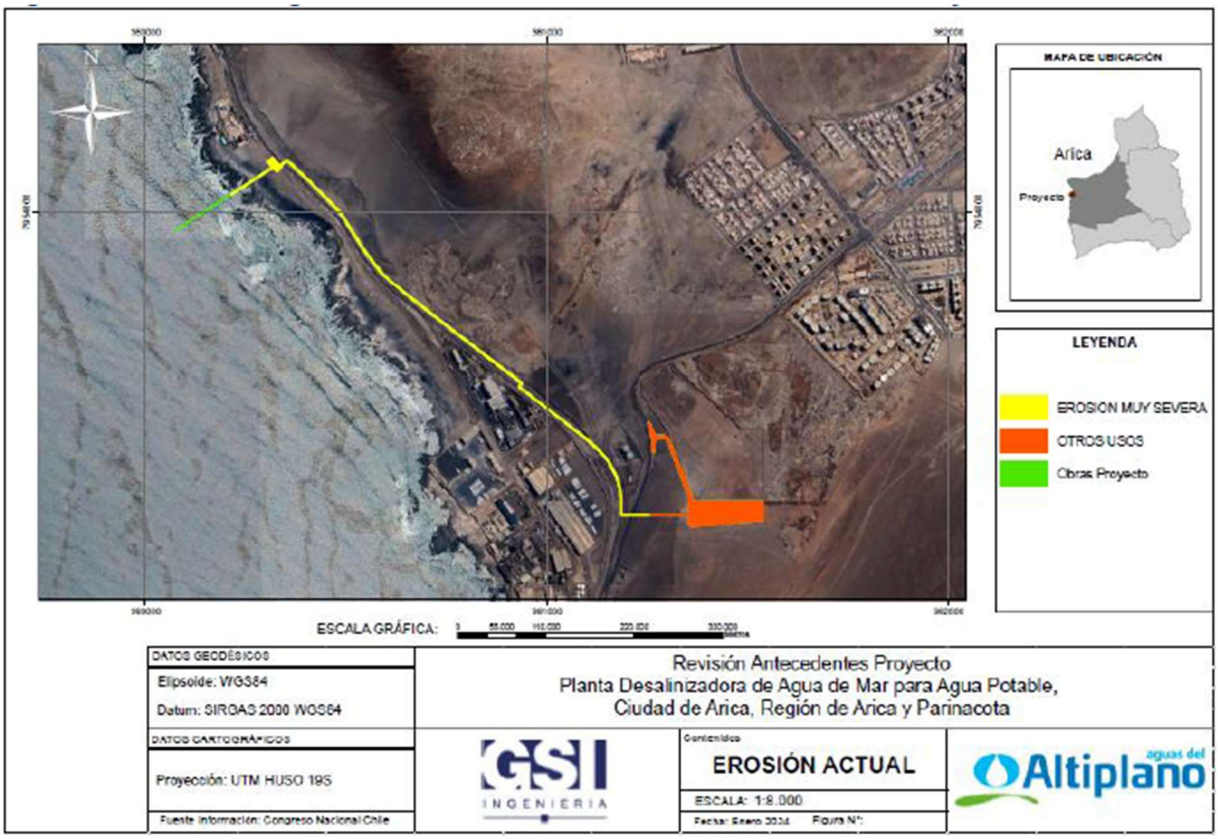
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

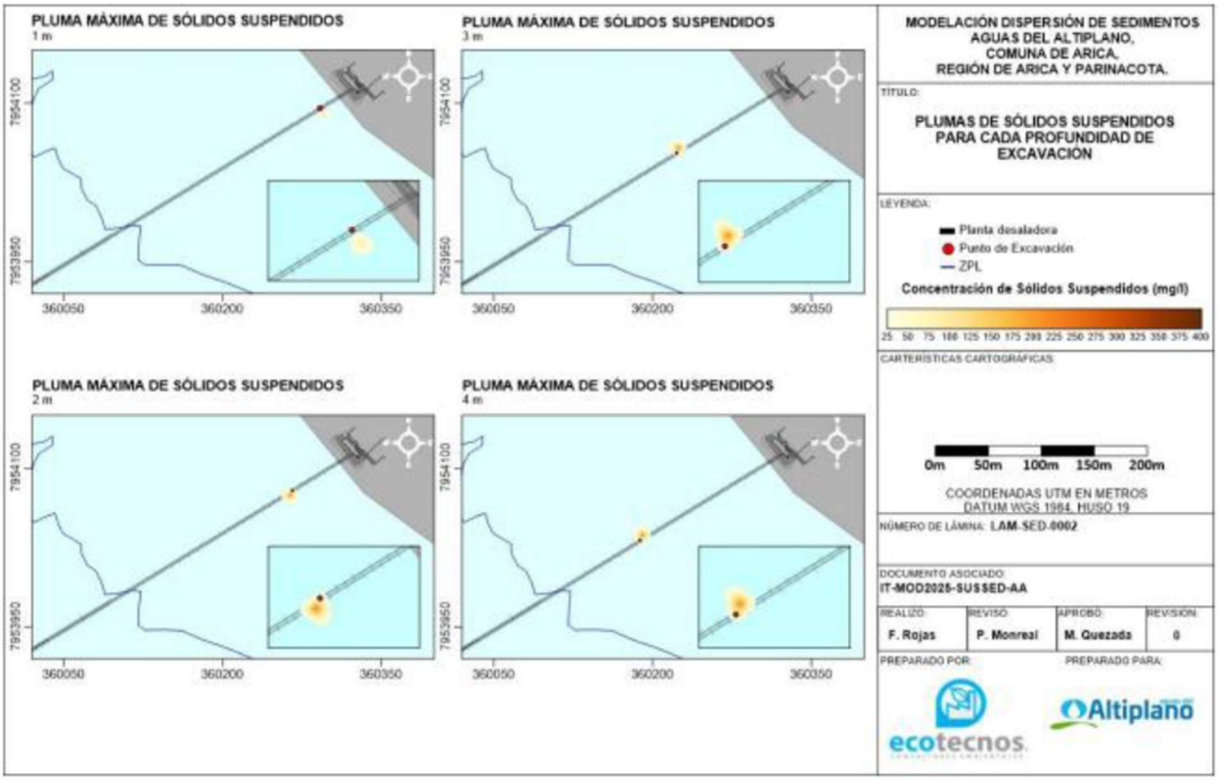
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

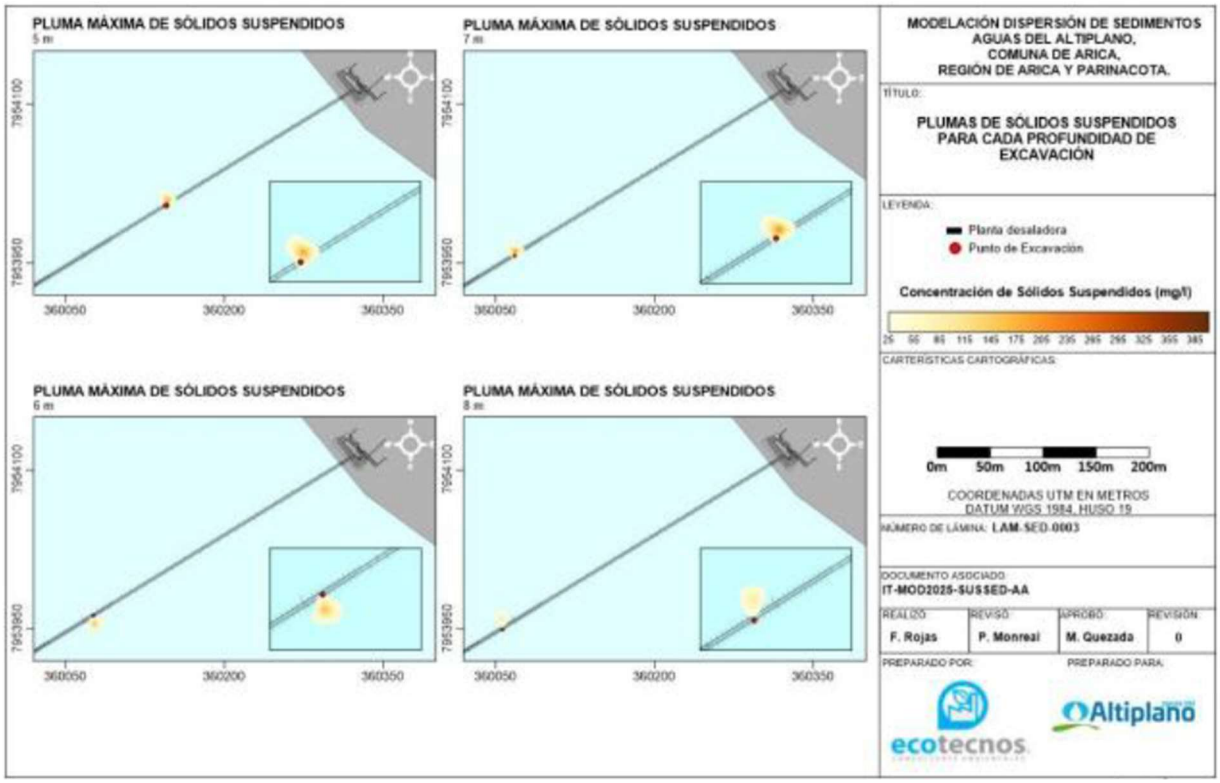
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico28

28 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente FIgura, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Figura: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual29

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

29 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

20. 29,5 [m] para actividades de perforación;

21. 34,3 [m] para actividades de dragado;

22. 533 [m] para actividades de embarcación;

23. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

24. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

25. 2 [m] para actividades de perforación;

26. 3 [m] para actividades de dragado;

27. 11 [m] para actividades de embarcación;

28. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

29. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

30. 613,17 [m] para actividades de perforación

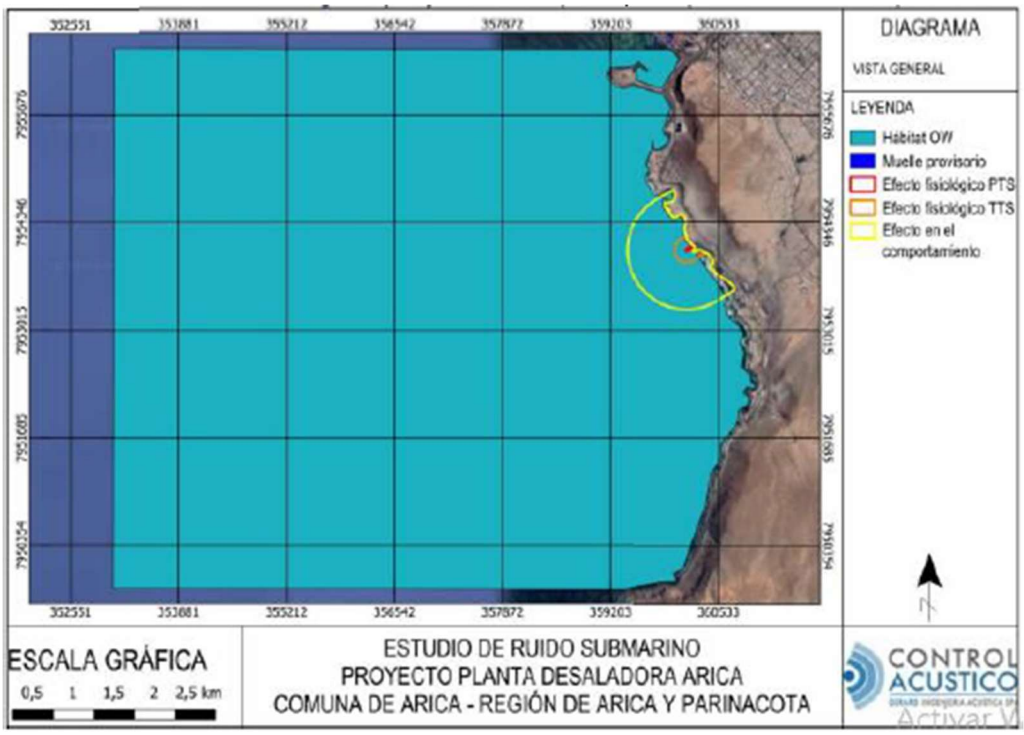
31. 730,36 [m] para actividades de dragado;

32. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

33. 3094 [m] para actividades de tronaduras

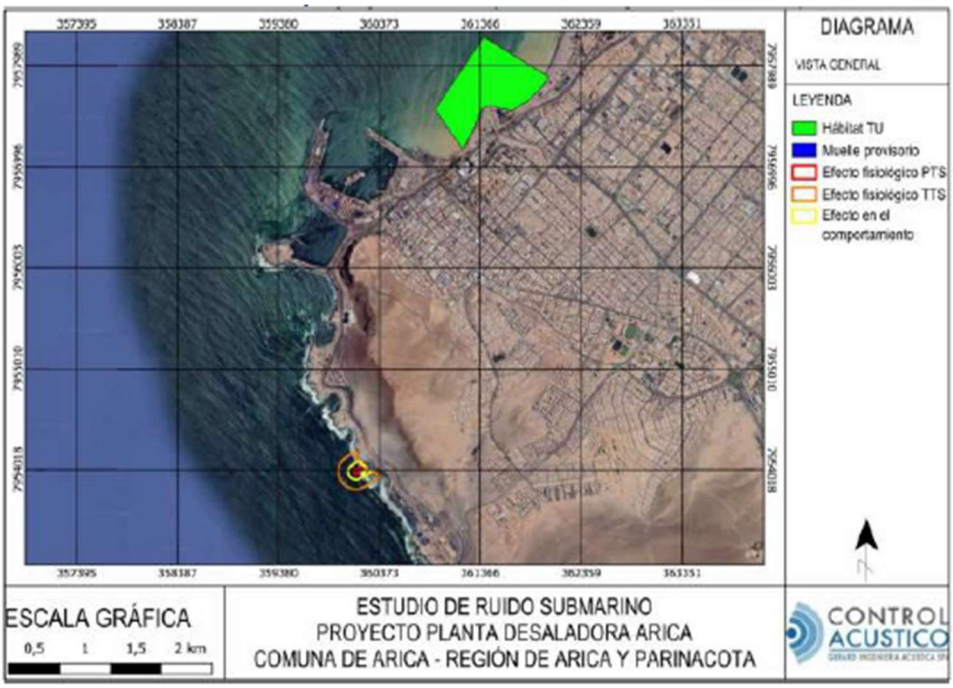
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



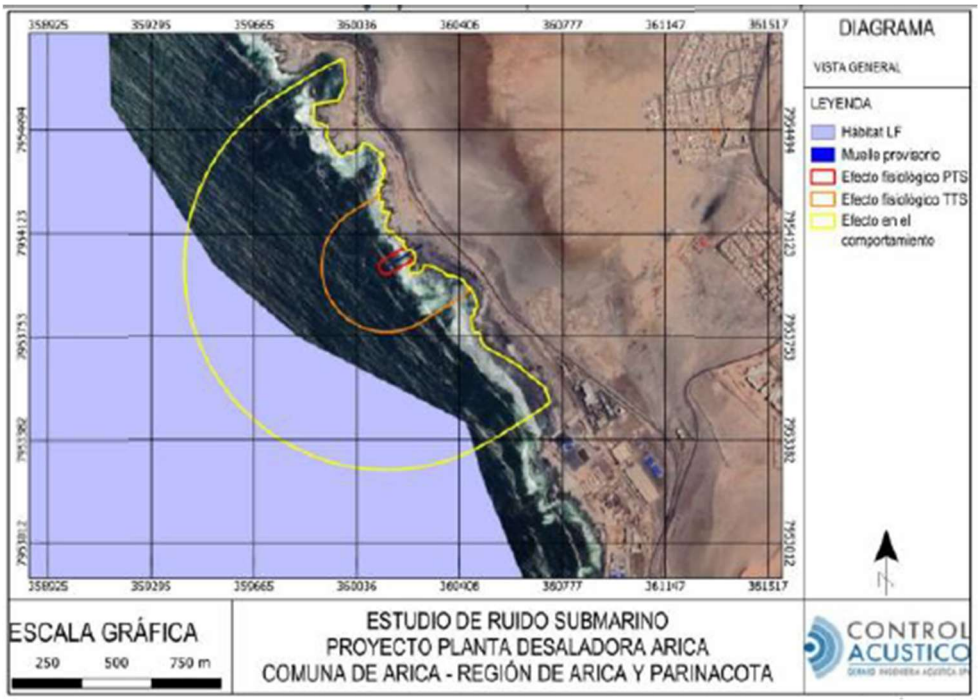
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

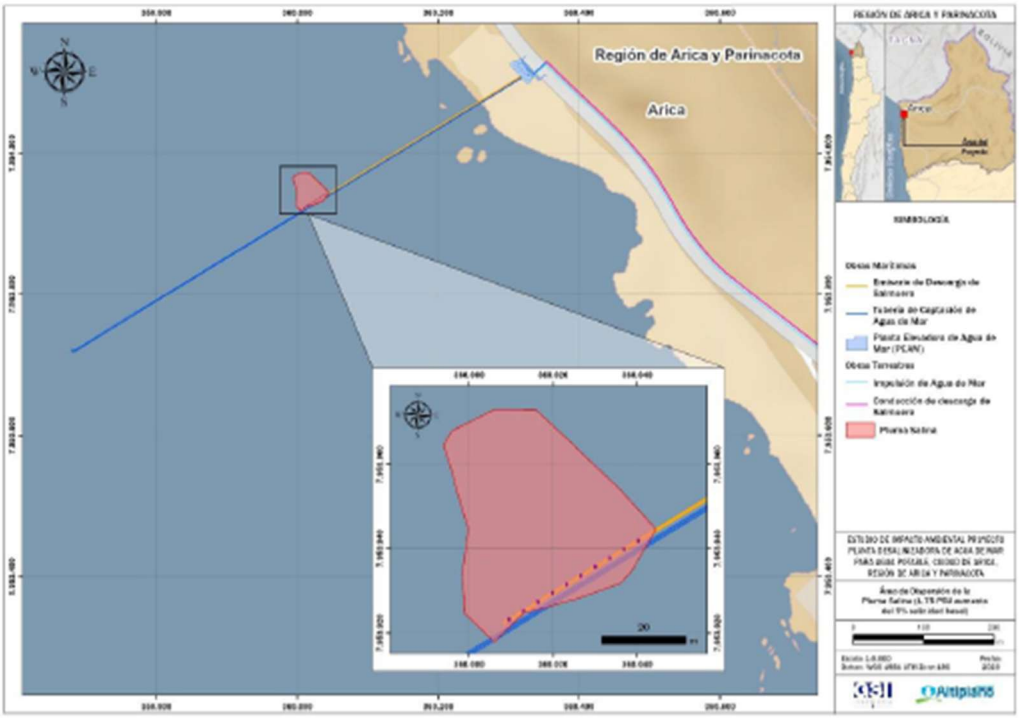
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

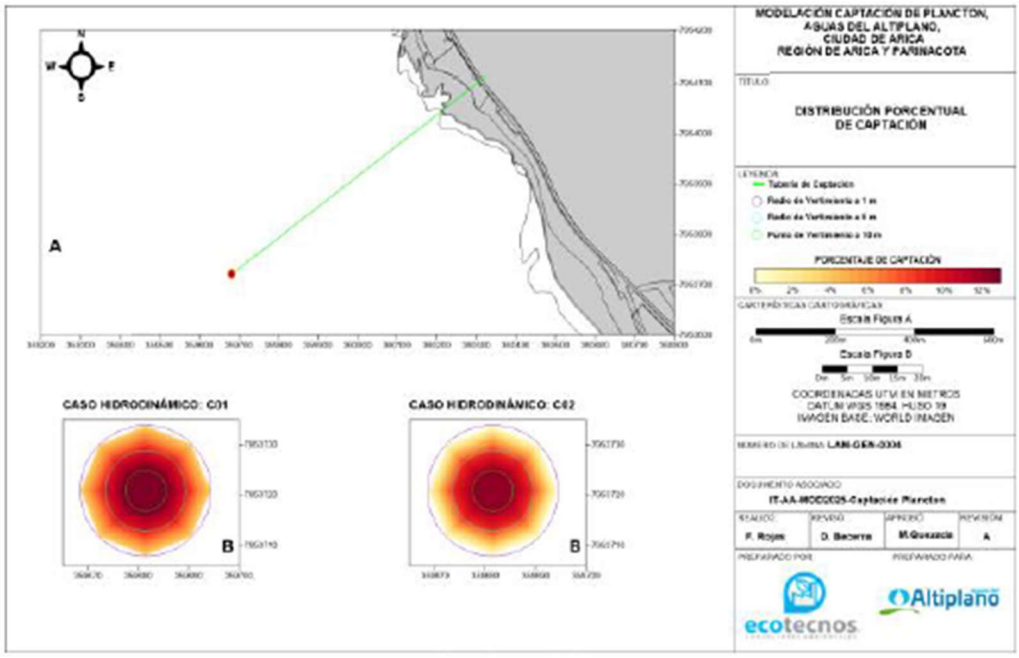
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Figura: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el

loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023

evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 120:

Perdida de la playa arenillas negras: con la planta desalinizadora se pierden espacios en la playa arenillas negras, espacio de esparcimiento que permite a las familias de la comuna compartir y reunirse

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la pérdida de espacios de esparcimiento familiar en la playa Arenillas Negras a raíz del Proyecto. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la playa se mantiene como espacio de esparcimiento y encuentro familiar durante la construcción y durante la operación del Proyecto. Para fundamentarlo, se describe cómo se caracterizó este uso de la playa, qué ocurre con él durante la construcción, incluidos los resguardos asociados, y qué ocurre durante la operación.

Este uso de la playa fue levantado y caracterizado en terreno: la Línea de Base de Medio Humano, es decir, la descripción de la población y de sus usos del territorio en su condición previa al proyecto, aplicó 7 entrevistas semiestructuradas a grupos familiares que acampaban o pernoctaban en el sector, realizadas los días 3 y 4 de marzo de 2024 (Adenda Complementaria, p.572, que cita el Anexo de Medio Humano, p.15), levantamiento que se complementó posteriormente con 2 entrevistas a dirigentes de la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, realizadas el 20 y 22 de octubre de 2025 (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.121, p.479). De dicho levantamiento se desprende que la playa constituye un lugar de esparcimiento y de extensión de la vida familiar, y que la conexión con ella viene desde “el tiempo de los abuelos”, unos “setenta, ochenta” años atrás (Adenda Complementaria, p.510).

El levantamiento reconoce, además, que este uso recreativo y familiar excede a la agrupación organizada de campistas, incluyendo usos más individuales, como cumpleaños, fiestas patrias u otros encuentros puntuales, que pueden limitarse a estadías durante el día (Adenda Complementaria, pp.510-511 y p.572).

Una de las dirigentes entrevistadas lo describe así: "Es un punto de encuentro, es un punto de esparcimiento (...) Ese es el lugar que nosotros tenemos para recrearnos, un lugar de esparcimiento, un lugar donde la familia se encuentra" (Adenda Complementaria, p.510). El expediente nombra también a los paseantes, junto a campistas, surfistas, pescadores y recolectores de orilla, entre quienes deben mantenerse fuera de los radios de seguridad de las obras durante la construcción (Adenda Complementaria, p.313), es decir, incluye también a quienes visitan la playa de manera independiente de un grupo organizado. Este uso más amplio queda comprendido dentro del mismo análisis desarrollado para la actividad de camping, por ocupar el mismo espacio físico.

El camping de Arenillas Negras corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Evaluado este uso conforme al artículo 7 del D.S. N°40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras, es decir, de las detonaciones controladas para fragmentar roca, terrestres y submarinas, a un período comprendido entre abril y septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54) mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y el acopio de materiales de la construcción, que ocupa 1,10 hectáreas durante el primer verano y 0,48 hectáreas durante el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Este recinto ocupa un tramo de la playa y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de él (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), es decir, la playa puede recorrerse y alcanzarse por ambos costados de la instalación de faenas. Esto significa que el campamento y los usos familiares de esparcimiento pueden seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Ese mismo análisis concluye que el espacio comunitario se mantiene en su lugar durante la construcción: se reduce temporalmente la superficie disponible y se modifican algunos accesos, y las actividades que reúnen a la comunidad se mantienen en el mismo lugar, de modo que el espacio de encuentro y los vínculos que se generan en torno a él se conservan.

Para el periodo de instalación de faenas, el expediente contempla señalización preventiva e informativa y una franja preventiva exterior al cierre perimetral, reservada como espacio libre de carpas y campistas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.38), y establece que las carpas de los campistas se ubiquen separadas de los muros de dicho cierre (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.85). El material extraído del dragado, es decir, de la remoción de material del fondo marino, se deposita en los sectores de acopio (Adenda Complementaria, p.62), y su manejo frente al riesgo de olores consiste en tapar el material húmedo con material seco a medida que se acumula (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.157). Sobre esta actividad, el Titular incorporó un Compromiso Ambiental Voluntario, esto es, una medida ofrecida por su propia decisión, denominado "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", que rige durante la construcción y la operación y consiste en dos acciones. La primera es la constitución de una mesa de trabajo entre el Titular y la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, que se reunirá al inicio de la construcción para definir sus reglas de

funcionamiento y que sesionará al menos dos veces al año, una antes y otra después de cada periodo estival, con al menos dos representantes por cada parte y la participación de un representante externo, como el municipio, dejando registro de cada reunión. En estas sesiones se conversarán temas como las actividades que desarrollará la planta durante el periodo, en particular sus mantenciones, y se acordará la cantidad de personas que ocuparán la playa para ajustar el número de baños químicos a disponer. La segunda acción es la disposición de hasta cuatro baños químicos durante los meses de diciembre a febrero de cada año, periodo de mayor afluencia, cuya instalación, mantención, retiro de residuos y disposición final en un sitio autorizado quedan a cargo de una empresa autorizada contratada por el Titular para ese efecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). El cumplimiento de este compromiso se verifica mediante tres indicadores: la constitución efectiva de la mesa de trabajo, la realización de sus sesiones anuales y la disposición apropiada del servicio de baños en la playa.

Con el objeto de precisar estos aspectos para el periodo de instalación de faenas, esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, previa al muro del cierre perimetral, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro en todo su perímetro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la coordinación con la comunidad se sostiene en la mesa de trabajo del Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", con una antelación mínima de 30 días antes de cada período estival para su primera reunión y acta de acuerdos, y en el protocolo de avisaje complementado por la condición que establece esta Dirección Regional.

Una vez concluida la construcción, en la etapa de operación el camping organizado y los usos individuales y familiares de esparcimiento pueden seguir desarrollándose, con acceso a la totalidad de la superficie de playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Conforme a lo expuesto, el uso de la playa Arenillas Negras como espacio de esparcimiento y encuentro familiar, tanto en su forma organizada como en sus expresiones más individuales, fue caracterizado en terreno y se mantiene en el tiempo. Durante la construcción, con las tronaduras programadas fuera de los veranos, la única restricción en la playa durante los períodos estivales es la instalación de faenas, que se superpone con el 20% del territorio usado por los campistas en el primer verano y con el 10% en el segundo y deja acceso a la orilla por ambos costados, con los resguardos del expediente, el compromiso de apoyo a la habitabilidad del camping y las condiciones que exige esta Dirección Regional, de modo que el espacio de encuentro y los vínculos familiares en torno a la playa se conservan. Durante la operación, la playa vuelve a estar disponible en su totalidad.

Observación N° 121:

Perdida del ecosistema: La contaminación causa un gran impacto en el ecosistema de la costa de Arica, además de afectar a la sobrevivencia de todas las especies marinas que poseen las costas de Arica.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección **Suelo**, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

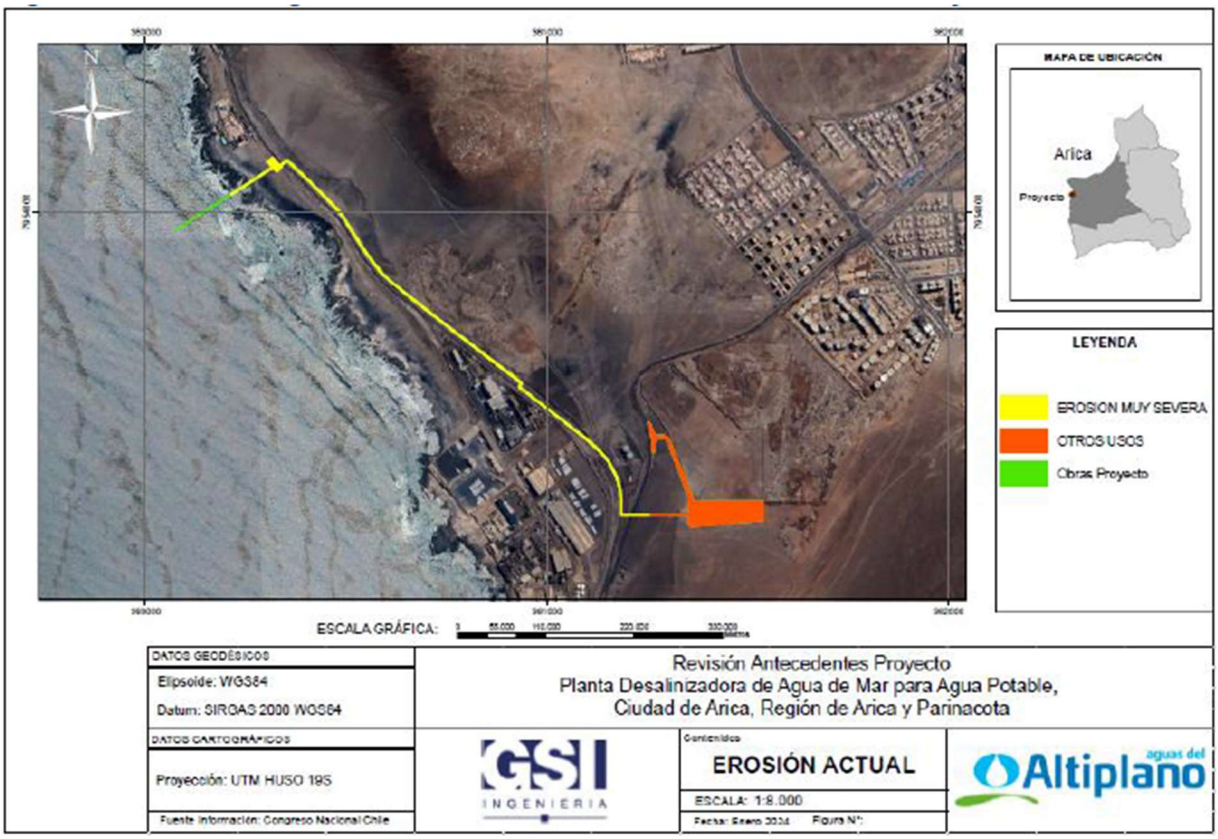
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

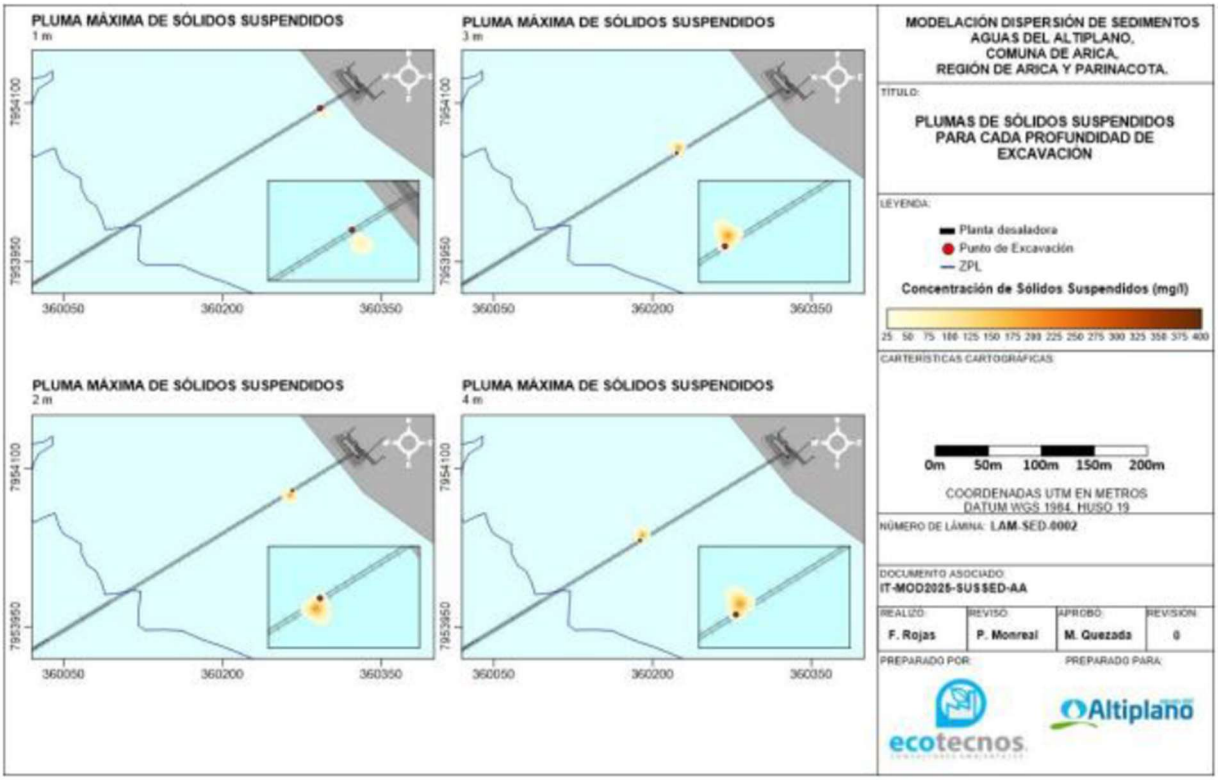
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

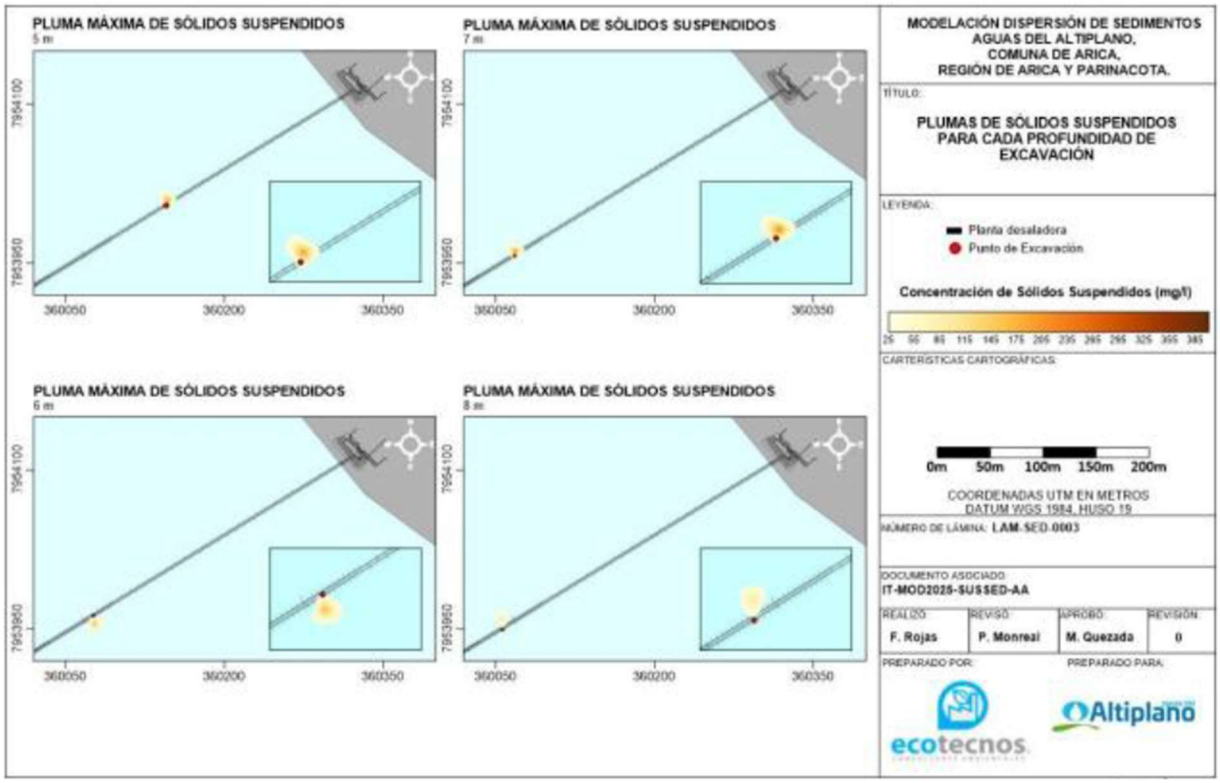
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

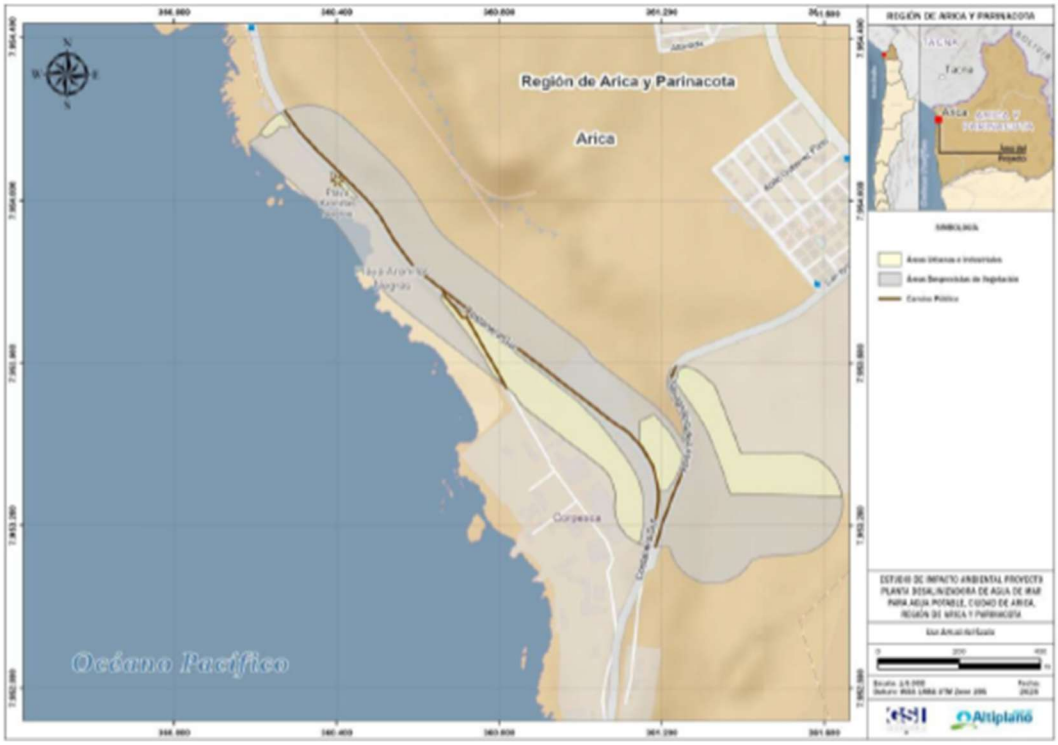
Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico30

30 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual31

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

31 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

34. 29,5 [m] para actividades de perforación;

35. 34,3 [m] para actividades de dragado;

36. 533 [m] para actividades de embarcación;

37. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

38. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

39. 2 [m] para actividades de perforación;

40. 3 [m] para actividades de dragado;

41. 11 [m] para actividades de embarcación;

42. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

43. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

44. 613,17 [m] para actividades de perforación

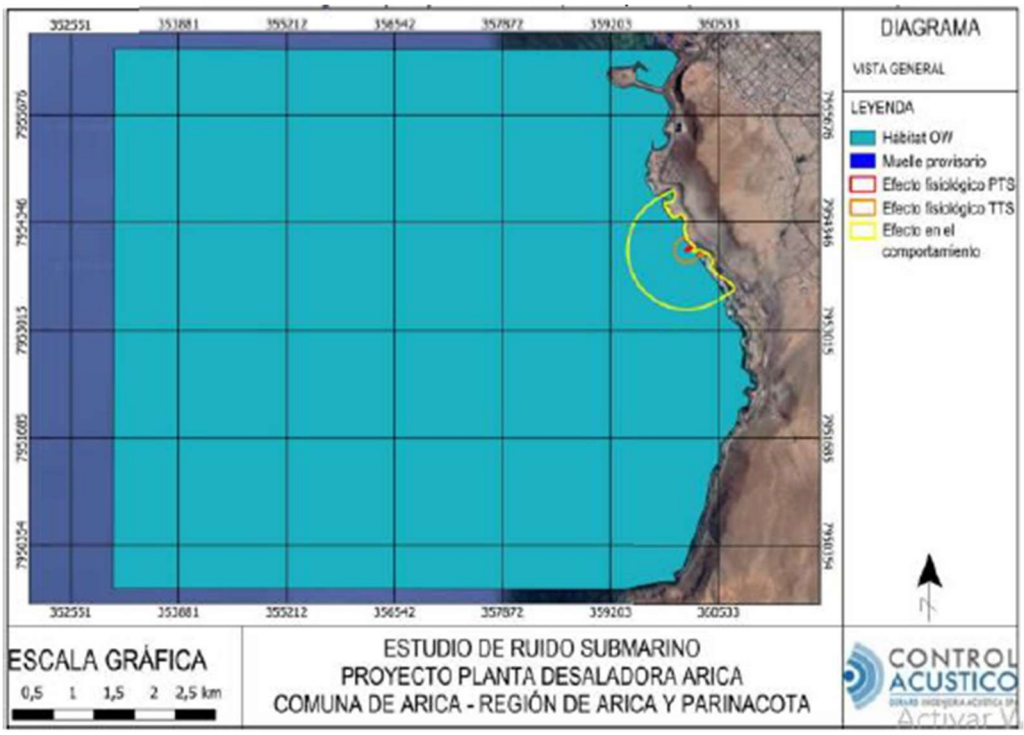
45. 730,36 [m] para actividades de dragado;

46. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

47. 3094 [m] para actividades de tronaduras

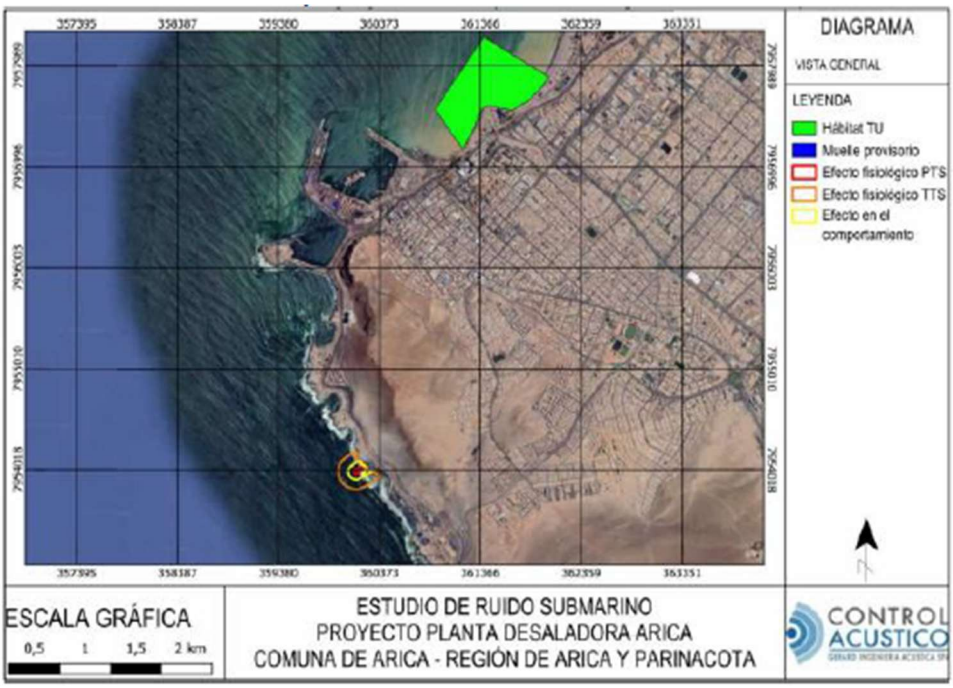
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



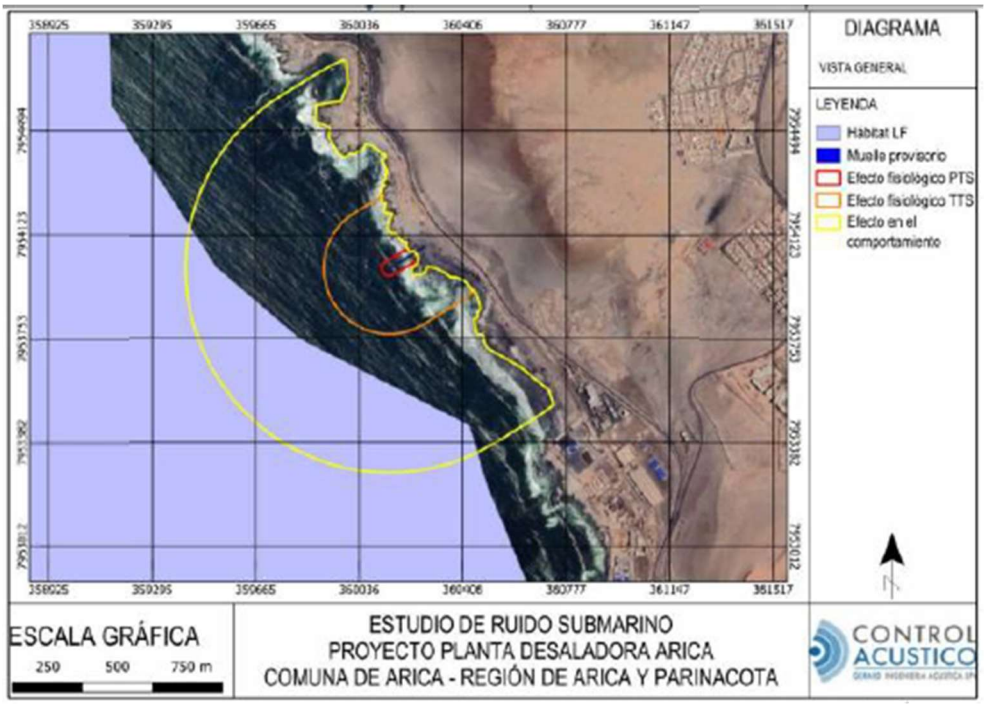
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

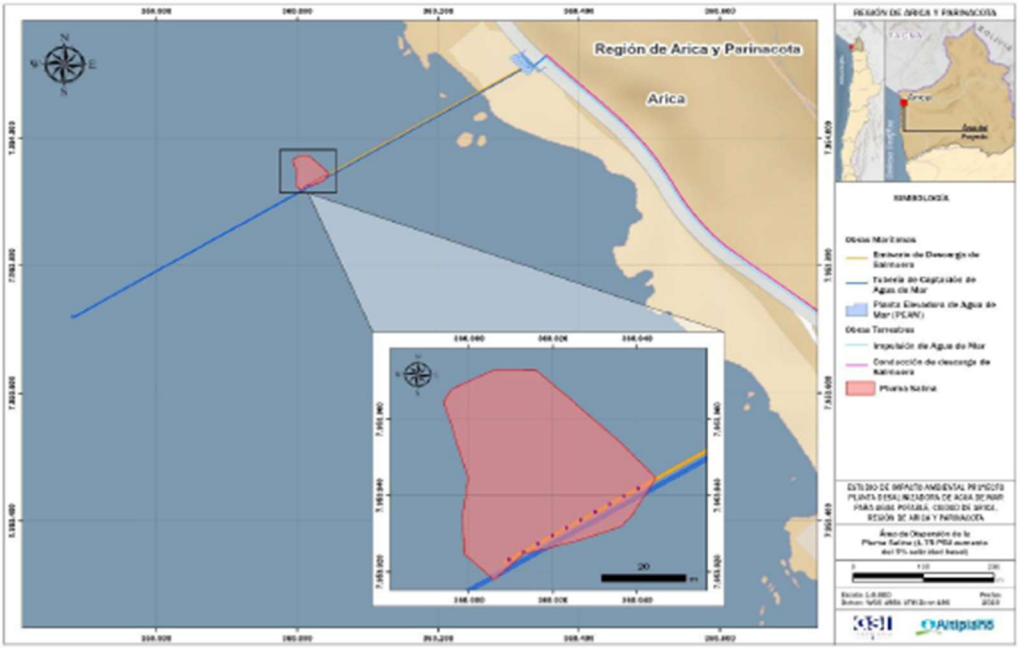
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

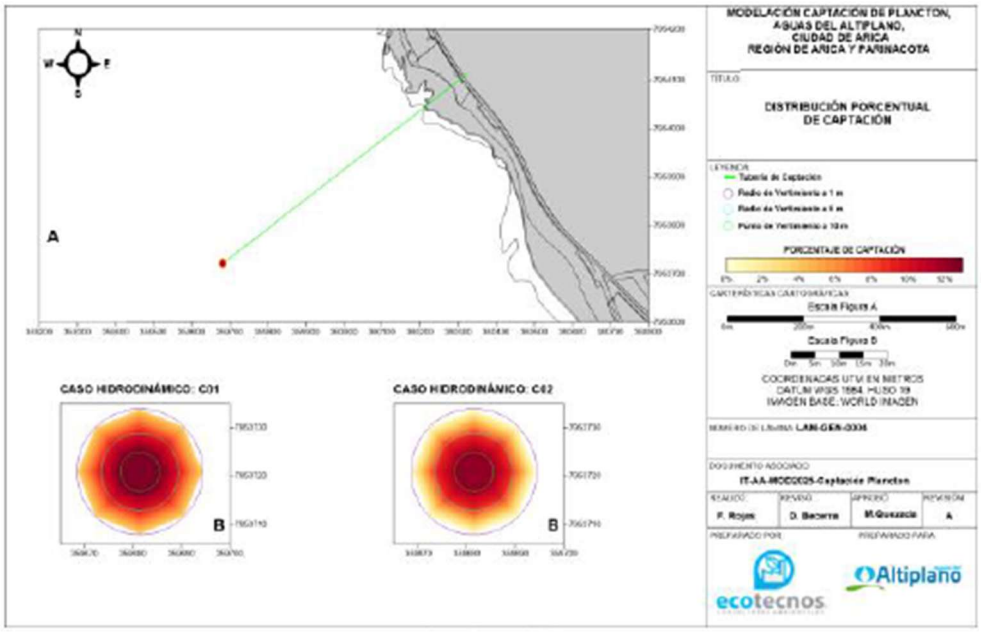
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo

de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente,

aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

48. Observante: Ignacio Jesus Castillo Tito

Observación N° 122:

Contaminación: La planta desalinizadora trae una gran contaminación debido a las grandes cantidades de salmuera que regresara al mar, sin contar la temperatura con la que esta agua regresara al mar provocando alza en la temperatura en el agua, afectando a especies.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

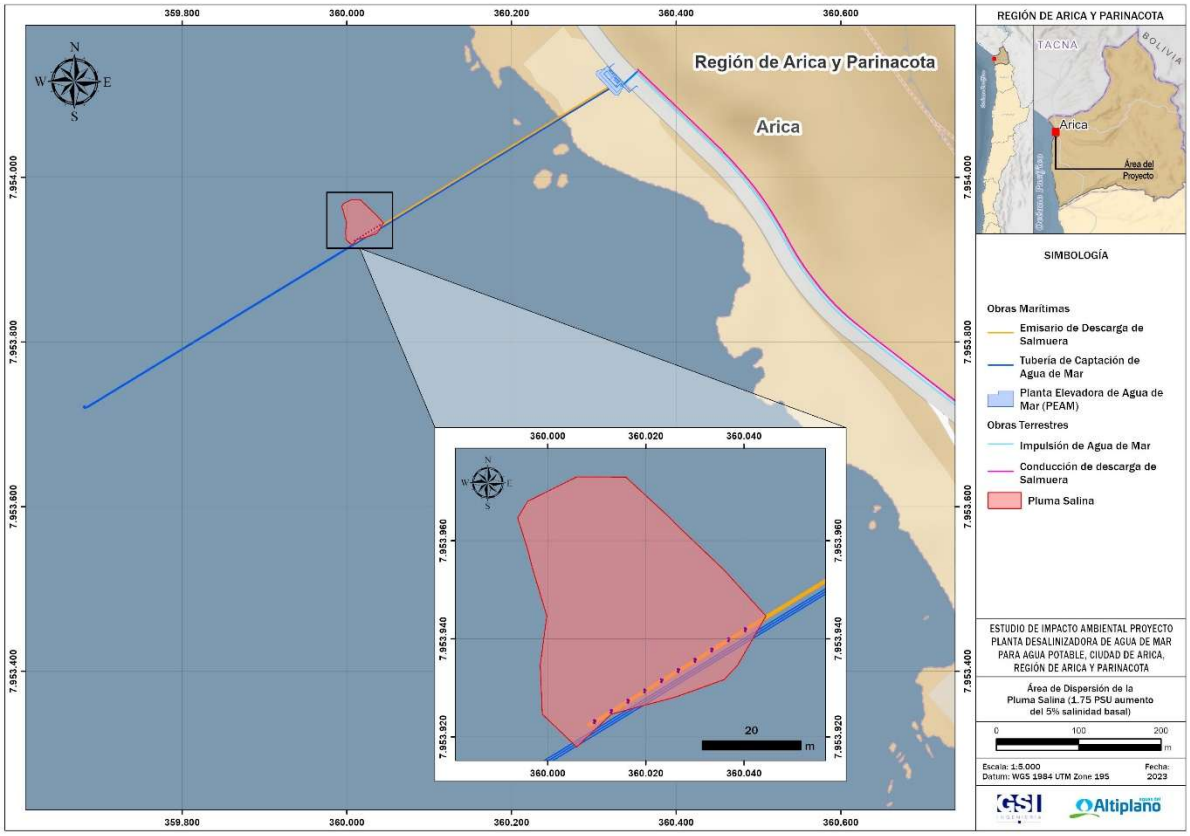
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán

únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona, con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

En conclusión, no se evidencian impactos significativos en ecosistemas marinos debido a la temperatura o salinidad producto de la operación de la planta.

Observación N° 123:

Perdida de fuente de trabajo: al verse afectada una cantidad variada de especies, estas consecuencias afectarían a la extracción de diversas especies, afectando en gran parte a pescadores, recolectores de orilla, etc.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto afectaría a una variedad de especies y, con ello, la extracción que realizan pescadores y recolectores de orilla, que es su fuente de trabajo. Para responder, se presenta la diversidad de especies que el expediente registra en el sector y, para cada fase del Proyecto, qué ocurre con esas especies, con su extracción y con la fuente de trabajo.

El expediente registra una diversidad de especies en el sector. Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas, con el pulpo del norte y la almeja como principales recursos (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). De acuerdo con el levantamiento de información realizado con las organizaciones de pesca, los recolectores de orilla extraen, principalmente en roqueríos, el piure, el choro, los choritos, la cholga, el culengue y diversas almejas; la lapa y el locate; el erizo; la jaiba; y peces de roca como la cabrilla, el rollizo, la vieja y el pejeperro (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.68). En el intermareal rocoso, es decir, la franja de costa que la marea cubre y descubre, la campaña de verano de 2025 registró 60 especies o grupos de organismos, entre ellos 21 especies de moluscos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.49). La Línea de Base de Medio Marino, es decir, la descripción del medio marino en su condición previa al Proyecto, identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Para quienes extraen estas especies, la evaluación registró que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157).

Durante la fase de construcción, la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías submarinas, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el banco natural de choro zapato se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

En la misma fase, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella los ingresos de quienes la desarrollan. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional

establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Respecto de las especies, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de

entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). Para los peces, la captación opera con una velocidad de succión bajo el límite de 0,15 metros por segundo, y el arrastre de organismos pequeños, como plancton, huevos y larvas, se concentra en el primer metro alrededor del punto de captación; a mayor distancia, la mortalidad por succión resulta inferior a la mortalidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62). El análisis de pérdida por succión estimó para la anchoveta una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales, frente a un desembarque de 93.225 toneladas de esta especie en la Región de Arica y Parinacota en 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos la fuente de trabajo, pueden seguir desarrollándose.

Atendidos estos antecedentes, el expediente registra la variedad de especies que sostiene el trabajo de pescadores y recolectores de orilla, y el choro zapato es el único banco natural identificado, que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. Durante la construcción, el banco se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos y las tronaduras intervienen una porción acotada del afloramiento rocoso, con recolonización esperada. La restricción de acceso es temporal y parcial y corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, los efectos adversos sobre los organismos ensayados comienzan por sobre la salinidad que genera la descarga y el Plan de Vigilancia Ambiental verifica estas condiciones durante toda la operación, con acceso libre para que la extracción y la fuente de trabajo asociada puedan seguir desarrollándose.

Observación N° 124:

Muerte del ecosistema: El cambio de temperatura y aumento de sal provocara la muerte de especies bentónicas, además de algas, especies pelágicas, las cuales migraran debido a la escasez de comida y posiblemente migre a otras conas afectando la productividad y la extracción.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

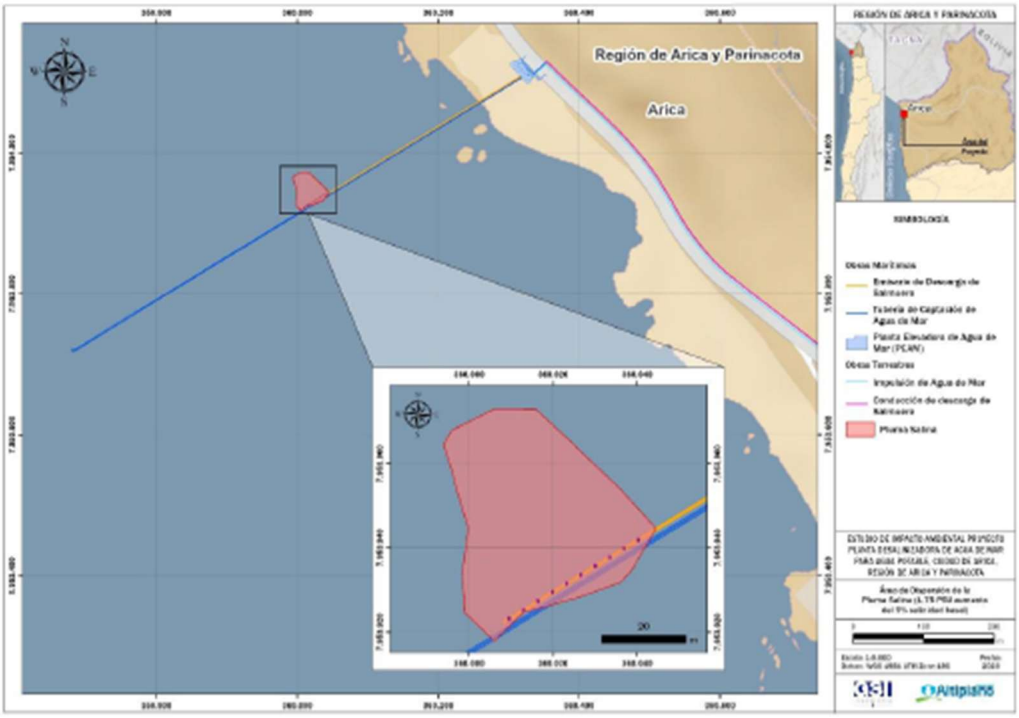
Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta

un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

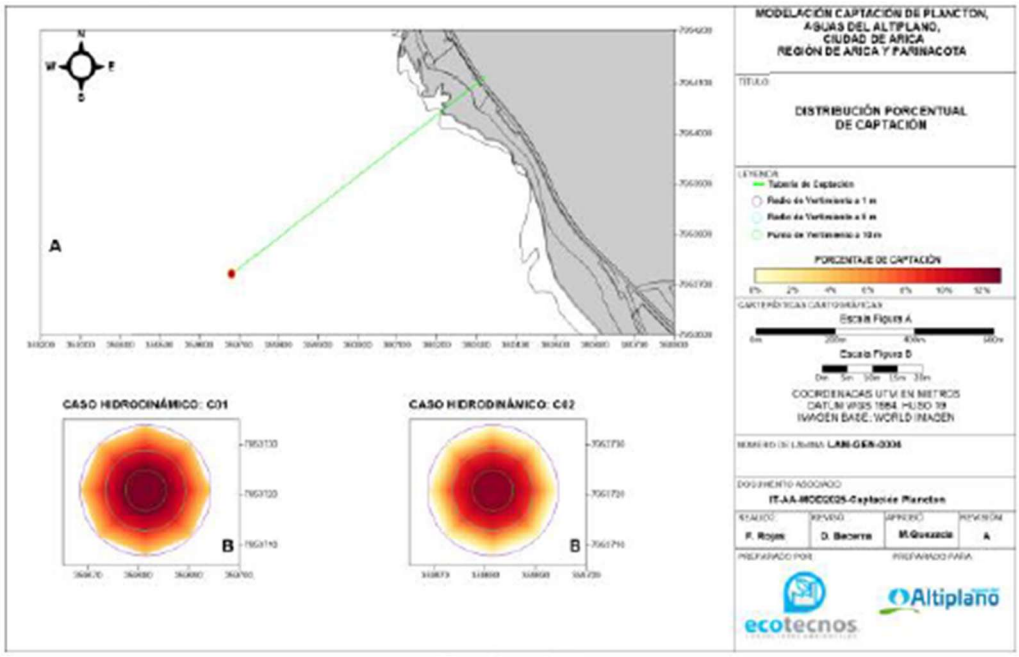
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es

succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto

al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 125:

Impacto ambiental y extracción de agua salada en una zona contaminada: La zona donde se plantea extraer agua es una de las zonas donde ya cuentas con la presencia de contaminación; la cual se planea dar como consumo humano, además de lo ya planteado con lo cual se verá afectada la productividad ya que lo poco de fondo rocoso que existe termine siendo afectado a todo a lo largo de la costa.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

En cuanto a lo mencionado por el observante sobre que la planta se ubicará en un sector que se encuentra ya contaminado, cabe destacar que el proyecto realizó un análisis de impactos sinérgicos en la zona. Esto se logra observar en el punto 7.3.5 del Anexo 7 de la Adenda Complementaria, donde de acuerdo con la letra f) del Artículo 18, Párrafo 2° del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se requiere considerar los proyectos o actividades con calificación ambiental vigente, según lo establecido en el literal e.11 del mismo artículo.

El literal e.11 establece que los Estudios de Impacto Ambiental deben incluir proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) vigente, incluso si aún no están en operación. En este sentido, se han tenido en cuenta todos los proyectos o actividades relacionados con los impactos ambientales del proyecto en evaluación, considerando aspectos como ubicación, emisiones, efluentes, residuos y el uso de recursos naturales renovables autorizados.

En este contexto, se identificaron tres empresas con proyectos aprobados que cuentan con RCA en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), todos correspondientes a Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs). El proyecto más reciente en el sector es la "Ampliación Etapa de Saponificación Planta Golden Omega", aprobado en 2020, que consiste en una ampliación de la planta de Golden Omega ya establecida.

Los otros proyectos del área del proyecto están en fase de operación y tienen más de 10 años de antigüedad en el sector.

En el sector sur del borde costero de Arica, entre Arenillas Negras y Playa Corazones, se encuentra el sector industrial reconocido y normado por el Plan Regulador Comunal vigente de Arica, que forma parte del área de estudio de este informe.

El proyecto *"Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota"* contempla la instalación futura de la Planta Elevadora de Agua de Mar en el borde costero de Arenillas Negras y la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI) junto a la av. San Ignacio Loyola, siendo esta última, junto a la av. San Martín, los accesos principales a los recintos de Golden Omega, Corpesca y a los tanques de almacenamiento de COPEC (ver Capítulo 3.14 del EIA).

Es importante destacar que todos los proyectos identificados corresponden a Estudios de Impacto Ambiental y no generan los efectos, características o circunstancias señaladas en el Artículo 11 de la Ley 20.417/2010 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

49. Observante: Cornelia Tito Anquise

Observación N° 126:

Contaminación al mar, muerte al ecosistema, Perdida de trabajo, perdida al ecosistema económico, Impacto ambiental al borde costero, perdida a la playa Arenillas Negras

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto contaminaría el mar, causaría la muerte del ecosistema, provocaría pérdida de trabajo y de la economía asociada al mar, generaría un impacto ambiental en el borde costero y significaría la pérdida de la playa Arenillas Negras. Para responder, se presenta qué se descarga al mar, qué ocurre con el ecosistema marino, con el trabajo y la economía que dependen de él, y con el borde costero y la playa, distinguiendo la fase de construcción y la fase de operación.

Respecto de la contaminación del mar, durante la operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la planta devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera, mediante un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). En cuanto a la sal, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y la modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento

promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre la salinidad natural, equivalente a un 11,39%, y baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8).

En cuanto al ecosistema marino, durante la construcción las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque, y tiros falsos previos, que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadros N°7.4 y N°7.6, pp.7.9-7.12). La pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías submarinas, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). Durante la operación, la evaluación del componente Ecosistemas Marinos identifica cuatro efectos originados en la captación de agua de mar y en la descarga de salmuera: el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar y los efectos sobre las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, sobre las comunidades planctónicas, es decir, los organismos microscópicos que flotan en el agua, y sobre los peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.90, pp.3.132-3.137). El expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, porque la descarga de salmuera mantiene las condiciones de calidad del agua y los parámetros biológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.60). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, las mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es “detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1), que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, los peces y semestralmente los bancos naturales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Sobre el trabajo y la economía ligada al mar, el expediente identifica siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220), cuya principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos marinos como pescado, mariscos, algas y otros recursos bentónicos, que se comercializan en caletas, mercados locales y ferias (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella la venta de sus productos. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314). El banco de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante la operación el recurso y su hábitat se mantienen, de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla, junto con la venta de sus productos, pueden seguir desarrollándose.

En cuanto al borde costero y a la playa Arenillas Negras, durante la construcción la única intervención que permanece en la playa es la instalación de faenas, es decir, el recinto de obras, cuya superficie se reduce a medida que finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24): ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas en el primer verano y 0,48 hectáreas en el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Mientras permanece, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), y las tronaduras se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). En el borde rocoso, la intervención permanente es la roca removida por esas tronaduras, ya señalada, que corresponde al 4,5% del afloramiento rocoso intermareal. Durante la operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda

Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), el emisario va enterrado en la mayor parte de su trazado y el acceso a la totalidad de la playa se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). De este modo, la playa Arenillas Negras se mantiene y sus usos, la pesca, la recolección, el camping, el baño y el surf, pueden seguir desarrollándose en ella.

De lo señalado se desprende que, durante la operación, los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga, que se ubica fuera de la ZPL, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% y el exceso máximo es inferior al umbral de efectos adversos. En el ecosistema, la roca removida por las tronaduras, el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, se pierde, con recolonización esperada en el sector intervenido, y en la operación el expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, bajo control del Plan de Vigilancia Ambiental. En el trabajo, la restricción de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, durante el cual el recurso se mantiene y la actividad y la venta de sus productos pueden continuar. En el borde costero, la instalación de faenas es temporal y, en la operación, la PEAM queda soterrada y la playa cuenta con acceso libre.

50. Observante: Lorenzo Bernardo Cordova Bacian

Observación N° 127:

Contaminación al ecosistema marino y las playas de nuestra costa, Perdida de Trabajo, Impacto Ambiental al borde costero. Perdida a la playa Arenillas Negras.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto contaminaría el ecosistema marino y las playas de la costa, provocaría pérdida de trabajo, generaría un impacto ambiental en el borde costero y significaría la pérdida de la playa Arenillas Negras. Para responder, se presenta primero la fase de construcción y luego la fase de operación, y en cada una qué ocurre con el ecosistema marino y las playas, con el trabajo y con el borde costero.

Durante la fase de construcción, en el ecosistema marino, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque, y tiros falsos previos, que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadros N°7.4 y N°7.6, pp.7.9-7.12). La pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías submarinas, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152).

En la misma fase, respecto del trabajo, el expediente identifica siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220), cuya principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos marinos como pescado, mariscos, algas y otros recursos bentónicos (Adenda 1, p.157). Las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede

continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella la fuente de trabajo. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

En cuanto al borde costero y a la playa Arenillas Negras durante la construcción, la única intervención que permanece en la playa es la instalación de faenas, es decir, el recinto de obras, cuya superficie se reduce a medida que finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24): ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas en el primer verano y 0,48 hectáreas en el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). El acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), y las tronaduras se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). En el borde rocoso, la intervención permanente es la roca removida por esas tronaduras, ya señalada.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la planta devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera, mediante un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y la modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Respecto del alcance de la descarga hacia las playas de la costa, el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre la salinidad natural, equivalente a un 11,39%, y baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8); los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12); y, bajo las condiciones climáticas proyectadas para el período 2027-2044, los efectos sobre las comunidades planctónicas, es decir, los organismos microscópicos que flotan en el agua, y bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, permanecen circunscritos al área de influencia (Adenda Complementaria Extraordinaria,

Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166). La evaluación del componente Ecosistemas Marinos identifica para esta fase cuatro efectos: el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar y los efectos sobre las comunidades bentónicas, sobre las planctónicas y sobre los peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.90, pp.3.132-3.137). El expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, porque la descarga de salmuera mantiene las condiciones de calidad del agua y los parámetros biológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.60). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10).

En la misma fase, en cuanto a la contaminación química, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, las mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es “detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1), que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, los peces y semestralmente los bancos naturales, incluido el de choro zapato (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Respecto del trabajo y del borde costero en la operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), el emisario va enterrado en la mayor parte de su trazado y el acceso a la totalidad de la playa se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen

solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante la operación el recurso y su hábitat se mantienen, de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos la fuente de trabajo, pueden seguir desarrollándose, al igual que el camping, el baño y el surf en la playa Arenillas Negras.

Recorridas ambas fases, en la construcción las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, roca que se pierde, con recolonización esperada en el sector intervenido; el trabajo en el mar enfrenta una restricción temporal correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, durante la cual el recurso se mantiene y la actividad puede continuar; y la instalación de faenas ocupa temporalmente parte de la playa. En la operación, el expediente descarta que el cambio en las propiedades físico-químicas del agua de mar sea significativo, la descarga se ubica fuera de la ZPL, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa, los efectos sobre las comunidades planctónicas y bentónicas permanecen circunscritos al área de influencia también bajo el clima proyectado, y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga, bajo control del Plan de Vigilancia Ambiental. La PEAM queda soterrada y la playa cuenta con acceso libre para el trabajo y los demás usos

51. Observante: Club Deportivo Unión Rancio

Observación N° 128:

Impacto en la vida marina y ecosistema: esta playa posee una almeja endémica que solo se da en la playa arenillas negras La salmuera vertida al mar, resultante del proceso es letal para la biodiversidad. Métodos destructivos de construcción: El proyecto incluye tronaduras y destrucción del lecho marino, con daño irreparable para las olas de calidad intermedia, ideales para los niños del surf y bodyboard local. Consecuencias a largo plazo para el turismo y comunidad local: La degradación de la playa, su fauna y sus polas afectarían al turismo, al deporte y la actividad de buzos y pescadores del sector. Alternativas más sostenibles: Proponemos otras formas para conseguir agua potable, lo que explicamos en carta que adjuntamos a este documento. Nosotros, el Club Unión Rancio, con residencia en la ciudad de Arica deseamos expresa nuestra firme oposición al proyecto de la empresa aguas del altiplano para la construcción de una planta desalinizadora y su correspondiente emisario de salmuera en el sector sur de la ciudad, específicamente en playa arenillas negras. Nuestro rechazo a este proyecto se fundamenta en varias preocupaciones ambientales y sociales que consideramos de suma importancia: 1. Impacto en la vida marina y ecosistema: La playa Arenillas Negras alberga un tipo de almeja endémica que solo se encuentra en esta zona. El vertido de salmuera con temperaturas elevadas al mar puede alterar significativamente la temperatura del agua, afectando no solo a esta especie en particular, sino a todo el ecosistema marino local. La salmuera resultante del proceso de desalación puede aumentar la salinidad del agua costera, lo que también tendría efectos negativos sobre la biodiversidad marina. 2. Métodos destructivos de construcción: El proyecto implica dinamitar la costa para la instalación del emisario, un proceso que causara daños irreparables en la línea costera y en los hábitats naturales que ahí se encuentran. La construcción podría afectar dos olas de calidad en la playa Arenillas Negras, perjudicando directamente a la comunidad de surfistas y bodyboarders que utilizan estas olas para la práctica de su deporte. 3. Consecuencias a largo plazo para el turismo y la comunidad local: La degradación de la playa y la afectación de las olas pueden disminuir el atractivo turístico de la zona, impactando negativamente la economía local que depende en gran medida del turismo y las actividades recreativas de la playa. La destrucción de un entorno natural valioso es una perdida irreversible para la comunidad de Arica y para las generaciones futuras que no podrán disfrutar de este entorno único. 4. Alternativas más sostenibles: Proponemos que se consideren otros métodos para generar agua que sean más sostenibles y menos dañinos para el medio ambiente, Entre estos métodos se incluyen el aprovechamiento de aguas grises, sistemas de recuperación y reutilización de agua, y otras tecnologías innovadoras que puedan ser implementadas sin causar impacto negativo en la costa y el ecosistema marino. La gestión eficiente de recursos hídricos, junto con la inversión en tecnologías de conservación y reciclaje de agua, puede proporcionar soluciones viables que no requieran la destrucción del entorno natural. Solicitamos al Servicio de Evaluación Ambiental de Arica y a su Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que consideren estas preocupaciones y rechacen el proyecto propuesto por Aguas del Altiplano. Creemos que es fundamental buscar alternativas más sostenibles y menos dañinas para el medio ambiente y para la comunidad local. Nosotros, como defensores del medio ambiente y amantes del mar, estamos comprometidos con la protección de nuestra costa y exigimos que se tomen medidas para preservar nuestro patrimonio natural. Esperamos que nuestras inquietudes sean escuchadas y que se priorice la salud del ecosistema y el bienestar de la comunidad de Arica.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación, presentada por el Club Unión Rancio, plantea cuatro fundamentos específicos para su oposición al Proyecto, referidos al impacto en la vida marina y el ecosistema, a los métodos destructivos de construcción, a las consecuencias a largo plazo para el turismo y la comunidad local y a las alternativas más sostenibles, y concluye solicitando expresamente su rechazo. Se responde cada uno de esos cuatro puntos en el mismo orden en que fueron planteados, incluyendo cada elemento particular que la observación menciona dentro de ellos, y se aborda al final la solicitud de rechazo.

Sobre el impacto en la vida marina y el ecosistema, y respecto de la almeja endémica que la observación indica que existiría exclusivamente en playa Arenillas Negras, el expediente cuenta con un estudio de línea base biológica de las comunidades bentónicas submareales, es decir, los organismos que viven en el fondo marino permanentemente cubierto por el agua. El estudio se realizó mediante muestreo en 10 estaciones, en campañas de invierno y verano, con identificación de los organismos registrados. Registró un total de 17 taxones pertenecientes a cinco phyla, entre ellos Alia unifasciata, la especie más abundante, y Ophiactis kroeyeri, la registrada en más estaciones (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.14). A ello se suma la campaña de verano de 2025 en el intermareal rocoso, es decir, la franja de costa que la marea cubre y descubre, que registró 60 especies o grupos de organismos, entre ellos 21 especies de moluscos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.49). Estos estudios caracterizan la biodiversidad presente en el área mediante muestreo científico.

En cuanto a que la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso, se vertería al mar "con temperaturas elevadas", el proceso empleado en este Proyecto es la osmosis inversa. Esta tecnología separa el agua dulce de la sal haciendo pasar el agua a presión a través de membranas especiales, en tres etapas: pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.59-1.75). La temperatura del agua en la zona de descarga queda sujeta a verificación en terreno. El Plan de Vigilancia Ambiental del Proyecto, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, contempla la medición periódica de la temperatura del agua en las estaciones de monitoreo de la pluma salina, es decir, la zona de agua más salada que se forma en torno a la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica estableció este plan como exigible durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al medio marino, de modo que cualquier modificación posterior de su frecuencia o parámetros deberá estar fundada técnicamente y ser sometida previamente a evaluación y pronunciamiento de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Sobre el aumento de la salinidad costera, el expediente calcula que dicho aumento se mantendrá, en promedio, bajo el 1% en la zona (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115,

p.4), y que en el 68% de los escenarios evaluados el aumento se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Incluso en el escenario más desfavorable, el exceso máximo alcanzado fue de un 11,39%, que se reduce a un 10% a 1,18 metros y a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los bioensayos de toxicidad realizados sobre organismos marinos representativos del área, un copépodo, es decir, un pequeño crustáceo del plancton, y una microalga, determinaron que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a manifestarse a partir de una salinidad de 40,54 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). El expediente declara, además, que la salmuera está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor circundante (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5).

En cuanto a los productos químicos asociados al proceso, durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Sobre el ecosistema marino local en su conjunto, más allá de una especie en particular, la evaluación del medio marino concluye que los efectos sobre las comunidades planctónicas y bentónicas permanecen circunscritos al área de influencia, es decir, el espacio donde pueden manifestarse los efectos del Proyecto, manteniéndose las poblaciones, la conectividad y las funciones ecológicas del ecosistema (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166). Además, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Sobre los métodos destructivos de construcción, el Proyecto contempla, en efecto, nueve tronaduras terrestres entre abril y septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de dos semanas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y cinco tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas bajo el agua para fragmentar roca, necesarias para excavar las zanjas donde se instalarán los tramos enterrados de las tuberías de captación y descarga, entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Estas tronaduras se ejecutan con resguardo. Antes de cada tronadura submarina efectiva se realizan "tiros falsos", detonaciones de menor magnitud cuyo objeto es espantar a la fauna móvil presente en la zona de intervención (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10). Adicionalmente, durante cada tronadura submarina se instala una cortina de burbujas, sistema de doble anillo alimentado por aire comprimido que rodea el sector rocoso que se detona y atenúa el ruido y las ondas de choque, operativa antes, durante y después de cada detonación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12).

Sobre el efecto físico de estas obras en la línea costera y el sustrato rocoso, el expediente identifica que la superficie total afectada por las tronaduras en el borde costero corresponde a 1.753 metros cuadrados, equivalente a aproximadamente un 4,5% del afloramiento rocoso presente en el área de influencia, y que el 95,5% restante de ese sustrato se mantiene intacto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). Dentro de esa superficie acotada, el expediente reconoce que la remoción física de la roca es permanente en términos geomorfológicos, es decir, la roca removida se pierde de forma definitiva. Precisa, además, que la perturbación ecológica es de carácter temporal, ya que la recolonización natural de las comunidades intermareales típicas de la zona, algas e invertebrados fijos al sustrato, es esperable en un plazo de uno a cinco años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, p.3.51).

Sobre los hábitats naturales del borde costero en un sentido más amplio, que la observación también menciona, el expediente identifica un efecto sobre los refugios existentes en ese sector para reptiles y sobre el borde costero donde descansan aves marinas. Ese efecto está asociado específicamente a la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar, es decir, al recinto temporal donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción. El expediente precisa que la alteración de estos hábitats "persistirá por un corto tiempo después de la finalización de la obra" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.36, pp.3.43-3.44), es decir, se trata de un efecto temporal sobre la fauna terrestre del sector.

Respecto de las dos olas que la observación identifica como afectadas, el expediente identifica la morfología del lecho marino como el elemento fundamental en la caracterización del oleaje (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.156), y el método constructivo de las obras marítimas restringe la intervención al ancho necesario para las tuberías, mantiene las pendientes generales del fondo marino y circunscribe la alteración física a las franjas requeridas para las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.92). En cuanto al acceso a las olas, el expediente identifica tres sectores de práctica de surf y bodyboard respecto del límite del buffer de seguridad de las obras marítimas, es decir, la franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51): el área de enseñanza, a aproximadamente 218,8 metros, y la ola izquierda, a 263 metros

(Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), ambos sectores fuera de la superficie del buffer (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105), y la ola derecha, el sector más próximo, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Dado ese margen más ajustado, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Adicionalmente, la ola conocida como "El Rancio", identificada en el expediente como una ola de transición utilizada por exponentes de bodyboard, se encuentra a 965 metros de distancia de las obras proyectadas, por lo que su acceso y sus condiciones se mantienen (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222).

Sobre las consecuencias a largo plazo para el turismo y la comunidad local, el expediente evalúa el componente ambiental "Valor Turístico", es decir, si el Proyecto altera zonas con valor turístico o restringe el acceso a ellas, e identifica como atractivos turísticos cercanos al área del Proyecto a playa La Lisera y las olas El Cacho, Arenillas Negras y El Rancio (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222). Los efectos identificados sobre este componente corresponden a las obras de la fase de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Sección 3.3.2.7, p.3.94). Durante esa fase, la intervención que se mantiene en la playa a lo largo de las obras es la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar, es decir, el recinto temporal donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, que ocupa un sector acotado y se reduce progresivamente a medida que avanzan las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28).

Respecto de la actividad de buzos y pescadores que también menciona la observación, esta materia corresponde al componente Medio Humano, en su dimensión económica. Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. En relación con esta actividad, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla un aporte, por una única vez, de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca y entregado durante los primeros quince meses de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la

Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

En cuanto a que la degradación de la playa constituiría "una pérdida irreversible... para las generaciones futuras", corresponde remitirse a lo señalado sobre los métodos de construcción. El efecto físico sobre el sustrato rocoso queda acotado a un 4,5% del afloramiento costero, con recolonización biológica esperable entre uno y cinco años; el efecto sobre los hábitats de reptiles y aves costeras persiste por un corto tiempo tras finalizar la obra; y los efectos sobre el Valor Turístico se asocian a la fase de construcción.

Sobre las alternativas más sostenibles propuestas, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental evalúa el proyecto tal como es presentado por su Titular, verificando el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable y la significancia de sus impactos, y su objeto se circunscribe a ese proyecto. Por eso, la comparación con otras alternativas de solución al problema que busca resolver, como el aprovechamiento de aguas grises o la reutilización de agua, queda fuera de su alcance. El Proyecto sometido a esta evaluación corresponde a la construcción y operación de una planta desalinizadora destinada a aportar una infraestructura adicional al servicio de producción de agua potable de la ciudad de Arica (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.3).

Sobre la solicitud de rechazo del Proyecto, la decisión sobre su calificación ambiental, es decir, su aprobación o rechazo, la adopta la Comisión de calificación sobre la base del Informe Consolidado de Evaluación. Las preocupaciones planteadas por el Club Unión Rancio fueron revisadas de manera específica en los puntos anteriores, con los antecedentes que constan en el expediente, incluido el reconocimiento de los efectos físicos que sí se identifican, en la magnitud y con la reversibilidad que el propio expediente establece, y forman parte de los antecedentes que se ponen a disposición de la Comisión de calificación.

Vistos en conjunto estos antecedentes, respecto de la vida marina, la línea de base caracteriza las comunidades del sector, la temperatura de la zona de descarga se mide en el Plan de Vigilancia Ambiental, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, los efectos adversos en los organismos ensayados comienzan por sobre la salinidad que genera la descarga, los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga y los efectos sobre las comunidades marinas permanecen circunscritos al área de influencia. Respecto de la construcción, las tronaduras submarinas se ejecutan con tiros falsos y cortina de burbujas, afectan un 4,5% del afloramiento rocoso, con recolonización esperable entre uno y cinco años, la intervención del fondo marino mantiene sus pendientes generales y los tres sectores de surf y bodyboard quedan fuera del buffer de seguridad, con la condición de boyas de señalización. Los efectos sobre el turismo corresponden a la construcción, y para buzos y pescadores rige el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. Las alternativas de abastecimiento quedan fuera del objeto de esta evaluación, y la decisión sobre la calificación ambiental corresponde a la Comisión de calificación

52. Observante: Jorge Omar Hernandez Diaz

Observación N° 129:

Impacto Ambiental: Matarán todos los moluscos y especies marinas que se encuentre a la salida y al arrastre de la marea, dejara a su paso matando todo lo que lleve a su alrededor.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	Nombre común	Grupo
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

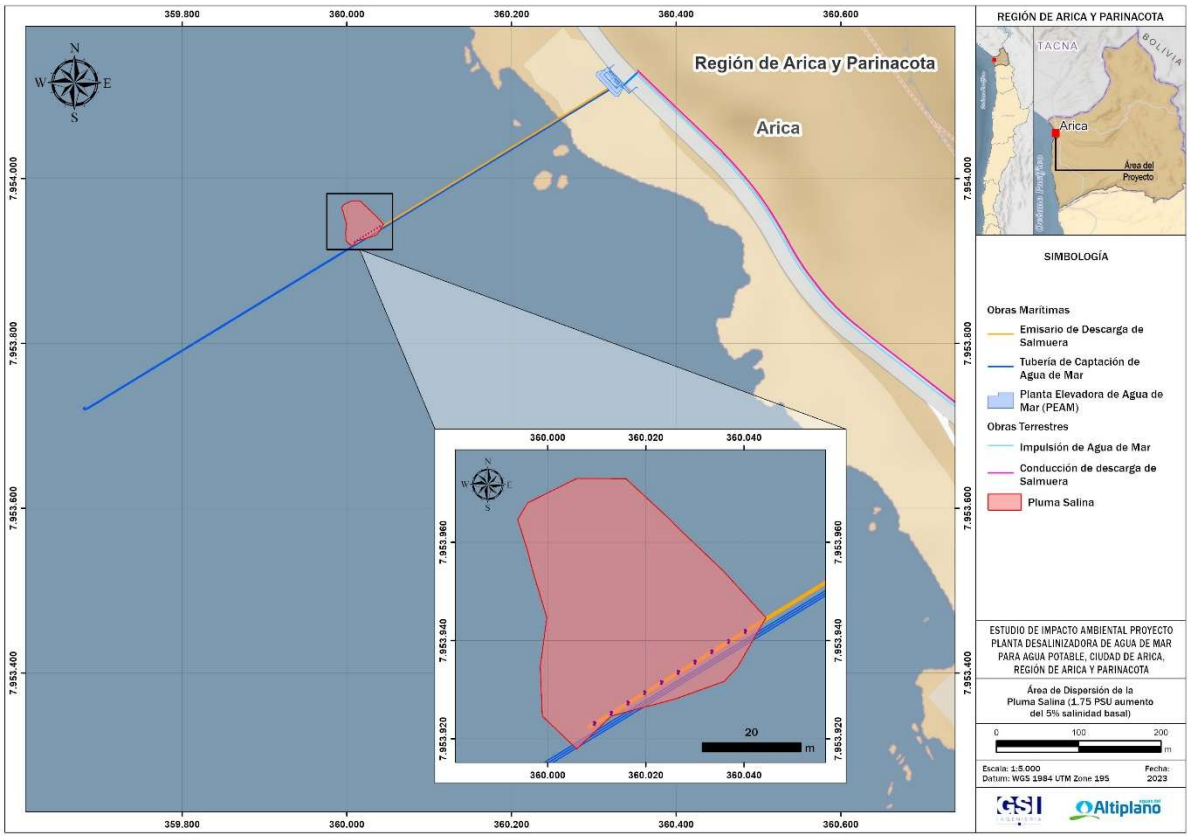
Considerando lo anterior, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto "Efecto adverso sobre los mamíferos marinos", tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional. A continuación, se presenta el área de influencia, que considera las distancias en las que la máxima emisión se iguala al umbral considerado para la evaluación de impacto. Esto es 160 [dB] para ruido submarino, lo que entrega un radio de AI de 731 [m], de acuerdo con lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

De acuerdo con lo declarado por el Titular en la Parte 4 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, el uso de tronaduras está diseñado para afectar solo el área estrictamente necesaria para la instalación de la tubería, representando solo un 4,5% de la superficie rocosa total, como se muestra en la siguiente Figura. Esto significa que el 95,5% del área rocosa no será intervenida, garantizando la preservación del ecosistema y la morfología del sector.

Adicionalmente, es importante destacar que el diseño del proyecto contempla una intervención localizada y temporal, tras la cual se restablecerán las condiciones del área intervenida. En consecuencia, el ecosistema marino y las actividades productivas asociadas al sector no consideran impactos significativos ni irreversibles. En este sentido, no se considera que existan efectos en el largo plazo.

Respecto al aumento de la salinidad en la fase de operación, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Entre las conclusiones, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que, si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Por otra parte, durante la fase de operación del proyecto se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. Finalmente, el proyecto contempla la descarga de agua salina concentrada al mar como resultado del proceso de desalinización. Esta descarga se realiza en un área muy pequeña de menos de 0,18 hectáreas y se mantendrá a largo plazo durante la operación de la planta desaladora.

En conclusión, se han analizado impactos en la fase de construcción y operación del Proyecto, considerándose no significativos los impactos en los ecosistemas y fauna marina.

Observación N° 130:

Pescadores y familias: Los pescadores perderán varios sectores de recolección, pesca y sacado de moluscos, ¿cómo mantendremos a nuestras familias?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

130.- Pescadores y familias: Los pescadores perderán varios sectores de recolección, pesca y sacado de moluscos, ¿cómo mantendremos a nuestras familias?

La observación plantea la preocupación por los sectores de recolección, pesca y extracción de moluscos que utilizan los pescadores, y pregunta cómo mantendrán a sus familias. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, esos sectores se mantienen como fuente de trabajo durante la construcción y durante la operación del Proyecto, de modo que las familias pueden seguir sosteniéndose con la extracción y venta de productos del mar. Para fundamentarlo, se presenta cómo el expediente reconoce este trabajo y los recursos que se extraen, la restricción temporal que generan las obras sobre esos sectores durante la fase de construcción y cómo fue evaluada, qué ocurre con los recursos en esa etapa, el compromiso y la condición asociados, y finalmente lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

El expediente reconoce este trabajo y su importancia para las familias. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220), cuyos dirigentes señalaron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar, que se comercializan directamente en caletas, mercados locales y ferias (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas, con el pulpo del norte y la almeja como principales recursos (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). De acuerdo con el levantamiento de información realizado con las organizaciones de pesca, en los roqueríos del sector se extraen moluscos como el choro, los choritos, la cholga, el culengue, diversas almejas, la lapa y el locate, además del piure, el erizo, la jaiba y peces de roca (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.68).

Durante la fase de construcción, las obras generan una restricción temporal y parcial sobre una parte de los sectores de recolección, pesca y extracción de moluscos de Arenillas Negras, acotada en superficie y en tiempo, y el resto de esos sectores se mantiene disponible para el trabajo. En la playa, desde donde se ingresa al mar, la única obra que modifica el paso por la orilla es la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto cerrado donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, y lo hace de manera parcial: los pescadores y recolectores pueden seguir accediendo a la orilla desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), es decir, el recinto ocupa un tramo de la playa y la orilla puede alcanzarse por ambos costados de él. Su superficie se reduce de aproximadamente 1,10 hectáreas en la primera etapa a aproximadamente 0,48 hectáreas en la etapa final (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28).

En el mar, las obras marítimas, es decir, la instalación de las tuberías submarinas de captación y de descarga, requieren un buffer de seguridad, que corresponde a una franja de resguardo de 50 metros a

cada lado de las tuberías mientras se instalan, con una superficie de 75.500 metros cuadrados (7,55 hectáreas), activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Esa superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área donde se realiza la recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodear el buffer para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32).

Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se organizan de la siguiente forma. Las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, con un intervalo mínimo de dos semanas entre una y otra, una duración de 20 minutos cada una y priorizando los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49). Las cinco tronaduras submarinas se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, con un intervalo mínimo de tres semanas entre una y otra; durante cada una se aplica una zona temporal de evacuación marina de aproximadamente 114,9 hectáreas, frente a unos 1.503,5 metros de costa, solo por los 20 minutos que dura cada evento. Esta evacuación se limita al mar, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos, y finalizado ese lapso vuelve a regir solo el buffer de seguridad de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). El Titular avisará cada tronadura con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

La restricción temporal y parcial de acceso al mar que generan el buffer de seguridad y las evacuaciones por tronadura fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. Esta restricción rige solo mientras duran las obras, y una vez concluida la construcción la situación se revierte y el uso del sector continúa (Adenda Complementaria, p.314). En cuanto al sustento de las familias, conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Esto significa que, durante toda la construcción, los pescadores y recolectores pueden seguir ingresando a la playa por el norte o por el sur de la instalación de faenas, recolectando en los roqueríos, que se mantienen abiertos, y saliendo al mar, con la salvedad de la franja de resguardo de las obras, que las embarcaciones pueden rodear, y de los 20 minutos de cada una de las cinco tronaduras submarinas, avisadas con anticipación; y, con ello, mantener los ingresos con que sostienen a sus familias.

En cuanto a los recursos de esos sectores durante la construcción, la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). Las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante; si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51).

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, las obras marítimas del borde costero, incluida la PEAM, quedan soterradas, es decir, bajo tierra, en el borde costero de Arenillas Negras, junto a la avenida Comandante San Martín (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso a toda la playa y al mar se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). De esta forma, durante la operación los sectores de recolección, pesca y extracción de moluscos de Arenillas Negras quedan disponibles para el trabajo, junto con los demás usos del sector.

Reuniendo lo anterior, los sectores de recolección, pesca y extracción de moluscos de Arenillas Negras se mantienen como fuente de trabajo para los pescadores y sus familias en ambas fases del Proyecto. La restricción sobre ellos es temporal: se concentra en la fase de construcción, abarca una parte acotada del sector y se revierte una vez concluidas las obras. En la construcción, la orilla puede alcanzarse por ambos costados de la instalación de faenas, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas; los roqueríos se mantienen abiertos; el buffer de seguridad, de 7,55 hectáreas, coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla y puede ser rodeado por las embarcaciones; las tronaduras se concentran en eventos de 20 minutos, avisados con 72 horas de anticipación y fuera del verano; y el banco de choro zapato se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos. Esta restricción temporal y parcial corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que, conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa. A ello se suman el aporte de $3.000.000 para equipamiento de pesca

a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición que complementa el Protocolo de avisaje, por la cual el Titular informa, dentro de las 24 horas siguientes, el término de cada restricción y, con al menos cinco días de anticipación, el inicio de la siguiente. Concluida la construcción, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre a toda la playa y al mar y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, los sectores de recolección, pesca y extracción de moluscos quedan disponibles para el trabajo durante toda la operación.

Observación N° 131:

Contaminación al medio ambiente marino: Los químicos caerán al mar cuando hagan las limpiezas a la maquinas, matando todo a su alrededor.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto, durante la fase de operación, realizará manejo de productos químicos vinculado directamente con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Los principales productos considerados corresponden a ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono.

Tabla: Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año	2 m³	Estanque
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año	1 m³	IBC
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año	3 m³	Estanque
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año	5 m³	Estanque
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año	1 m³	IBC
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año	1 m³	IBC
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año	1 m³	IBC

Fuente: Cuadro N° 2.58, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

El ácido sulfúrico se utilizará para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³.

El cloruro férrico se utilizará como reactivo asociado a la coagulación durante el tratamiento, con un consumo aproximado de 418 kg/día, equivalente a 0,30 m³/día, un suministro anual estimado de 78,5 m³ y un almacenamiento máximo de 3 m³.

El antiincrustante se utilizará para prevenir la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, considerando aproximadamente 115 kg/día, equivalentes a 0,06 m³/día, con un suministro anual de 16,3 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El hipoclorito de sodio será utilizado como bactericida para el proceso de producción de agua y para la protección de membranas, filtros y tuberías. Se consideran aproximadamente 9 kg/día, equivalentes a 0,08 m³/día, un suministro anual de 21,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El metabisulfito de sodio se utilizará en el tratamiento asociado al sistema de membranas, con un consumo aproximado de 48 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 8,6 m³ y una capacidad máxima de almacenamiento de 1 m³.

El hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH en el postratamiento, particularmente cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

Finalmente, el dióxido de carbono se utilizará durante el proceso de remineralización del agua desalada, junto con los contactores de calcita, permitiendo restituir calcio y ajustar las características fisicoquímicas del agua producto. Se considera un consumo aproximado de 518 kg/día, equivalente a 0,63 m³/día, un suministro anual de 165,3 m³ y un estanque de almacenamiento de 5 m³.

La distribución espacial de estas sustancias responde directamente a los procesos en los cuales son utilizadas. En consecuencia, los reactivos no se concentran en una única bodega de sustancias peligrosas, sino que se emplazan próximos a sus respectivos puntos de dosificación, dentro de las áreas de proceso de la PTOI.

De acuerdo con las características de las sustancias utilizadas y los residuos generados, los recursos naturales renovables que podrían presentar una exposición ante una pérdida accidental de contención corresponden principalmente al suelo y al medio acuático, pudiendo derivarse secundariamente efectos sobre flora o fauna cuando éstos dependan de dichos medios.

El mecanismo de afectación terrestre requeriría que una sustancia química o residuo líquido abandonara su sistema primario de almacenamiento y alcanzara posteriormente el terreno natural.

Sin embargo, los principales almacenamientos líquidos considerados para la operación incorporan dos niveles sucesivos de confinamiento: el recipiente o estanque primario y un sistema secundario de pretiles o retención. Adicionalmente, éstos se emplazan sobre losas o superficies de hormigón y áreas lavables.

En consecuencia, un fallo aislado del recipiente principal no determina por sí mismo una descarga al suelo. Para que se produzca una interacción efectiva con dicho recurso debería ocurrir adicionalmente una pérdida o superación del sistema secundario de contención, configurándose así una situación de contingencia y no una condición propia del manejo normal de las sustancias.

La misma lógica se verifica respecto de los residuos peligrosos, cuyo almacenamiento temporal se efectúa sobre una superficie impermeabilizada y provista de retención de derrames.

La configuración actual del Proyecto contempla el almacenamiento de ácido sulfúrico y cloruro férrico en el patio norte del pretratamiento; los IBC de hipoclorito de sodio y metabisulfito de sodio asociados al pretratamiento; el antiincrustante próximo a la unidad de ósmosis inversa; el hidróxido de sodio en el

sector de postratamiento; el estanque de dióxido de carbono asociado a la remineralización; y sectores específicos para el almacenamiento temporal de residuos.

Esta configuración mantiene los productos dentro de áreas de proceso habilitadas y funcionalmente asociadas a sus respectivos puntos de utilización, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames. La localización de los almacenamientos no genera nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables.

Estas precisiones de emplazamiento no modifican la naturaleza del manejo evaluado ni generan nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables. Por el contrario, la definición actual permite verificar que los productos se emplazan dentro de áreas de proceso habilitadas y asociados funcionalmente a los puntos donde son utilizados, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames.

Asimismo, la cantidad total de sustancias peligrosas almacenadas durante la operación se mantiene inferior a 30 toneladas, y la instalación considera recintos y sistemas de contención secundaria para su almacenamiento.

La operación normal de la PTOI no contempla almacenamiento masivo de combustibles, dado que su suministro energético será fundamentalmente eléctrico. El uso de combustibles durante la operación se restringe a cantidades menores vinculadas al transporte de insumos y residuos y a equipos móviles de mantención.

Tabla: Vías potenciales de afectación y medidas de control

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Almacenamiento de reactivos líquidos	Rotura o pérdida de estanque/IBC	Suelo	Derrame y eventual infiltración	Contención secundaria ≥110%, losa de hormigón, superficies lavables
Dosificación de reactivos	Falla de conexión, bomba o tubería	Suelo	Liberación localizada de producto químico	Inspección, mantenimiento, control operacional y procedimientos de contingencia
Bodega RESPEL	Fuga desde recipiente contaminado	Suelo	Escurrimiento o infiltración	Bodega impermeabilizada, losa antiderrame, retención 1,5 veces el volumen almacenado

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Manipulación de combustible en construcción	Derrame accidental	Suelo	Contacto directo con terreno	Almacenamiento controlado y materiales absorbentes
Obras marítimas	Derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas	Agua de mar y biota acuática	Liberación directa al medio marino	Cierre de válvulas, detención de bombeo, barreras y absorbentes
RSD y residuos asimilables	Caída, dispersión, olores, vectores o escurrimiento	Suelo, fauna	Contacto o dispersión desde área de acopio	Contenedores herméticos, piso lavable, techumbre, desratización y retiro programado

Fuente: Cuadro N° 2.64, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Durante la operación, si bien el uso de reactivos es continuo debido a su integración al proceso de desalación, éstos se almacenan en volúmenes acotados, dentro de instalaciones industriales habilitadas y próximas a sus respectivos puntos de utilización, reduciendo los requerimientos de manipulación y traslado interno.

En los reactivos líquidos, la existencia de estanques o IBC cerrados, pretiles con capacidades de retención de al menos el 110% del volumen almacenado y superficies de hormigón constituye una barrera física entre las sustancias y el suelo. En consecuencia, no existe una vía de contacto directo con el recurso suelo durante el manejo normal de los productos.

Los residuos peligrosos y no peligrosos tampoco serán dispuestos directamente sobre el terreno, sino que serán almacenados temporalmente en instalaciones diferenciadas, sobre superficies especialmente acondicionadas, y posteriormente retirados mediante gestores autorizados.

En el medio marino, una liberación accidental podría generar contacto inmediato entre la sustancia derramada y el agua de mar. Este mecanismo se encuentra asociado principalmente a contingencias durante la construcción de las obras marítimas y cuenta con medidas específicas destinadas a detener la liberación, limitar su dispersión y recuperar el producto.

Por consiguiente, si bien la utilización y manejo de productos químicos y residuos constituye una fuente potencial de interacción con los recursos naturales renovables, las condiciones de manejo definidas para el Proyecto permiten evitar una exposición permanente o sistemática de éstos. Las eventuales vías de afectación identificadas corresponden fundamentalmente a situaciones accidentales y se encuentran controladas mediante sistemas de contención, superficies impermeables o lavables, segregación de residuos, inspección, mantenimiento y procedimientos específicos de contingencia y emergencia.

En virtud de lo anterior, no se prevé que la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias genere una alteración significativa de la calidad, cantidad, disponibilidad o capacidad de regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto señala en su Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Contingencias y Emergencias, considera medidas en torno a Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES).

Tabla: Derrame y/o RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Riesgo o Contingencia	Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES)
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de construcción y operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	48. Bombas de alta presión – Área Planta de Osmosis Inversa 49. Descarga de salmuera – Área Planta de Osmosis Inversa 50. Filtro autolimpiante y Ultrafiltración – Área de Pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de RILES, que puedan afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes: **Área Planta de Osmosis Inversa** 51. Se realizará muestreo y medición periódica o semanal de RILES, para el cumplimiento del DS 90/2000 del MINSEGPRES (tabla 5) 52. Se realizará monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara

Riesgo: Derrame de RILES	
	de muestreo ubicada antes de la descarga de RILES. 53. Se realizará mantenimiento preventivo de elementos de monitoreo, medición y control, tales como: válvulas de control, medidores de caudal, pH, conductividad eléctrica, y temperatura. 54. Se realizará mantenimiento preventivo de emisario submarino 55. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la operación segura de la descarga de aguas residuales a través del emisario submarino 56. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad de la planta de osmosis inversa **Sector Pretratamiento.** 57. Los filtros autolimpiantes cuentan con un diseño y construcción conforme a estándares nacionales e internacionales. El monitoreo de presión se realiza desde la sala de control para detectar posibles alteraciones de los parámetros de operación. Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	58. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 59. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas de mantenimiento preventivo. 60. Registro sobre el permiso o autorización de

Riesgo: Derrame de RILES	
	descarga de RILES en el medio marino.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a una situación de emergencia por derrame de RILES, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 61. En el caso de un derrame mayor en la Planta de Osmosis Inversa, o el área de pretratamiento o filtración asociado a RILES producto de limpieza química o agua de descarte a emisario submarino, el Jefe de Emergencia solicita al personal de operación la detención de la Planta de Osmosis Inversa, hasta establecer la causa del derrame y tomar las acciones correctivas para normalizar su funcionamiento 62. Los estanques de limpieza química disponen de un sistema de canalización hacia trincheras frente a un posible rebalse o derrame 63. En el caso de una liberación de salmuera, se deberá suspender temporalmente la descarga al emisario submarino, hasta corregir la posible falla o rotura de la tubería si fuera el caso. 64. En el caso que ocurra una falla o rotura de la tubería se realizará un monitoreo en la zona, de los RILes, de los sedimentos y de la biota marina, realizando una comparación de los resultados respecto a lo informado en la Línea Base, Planes de Vigilancia Ambiental existentes y normas de calidad secundarias internacionales de referencia. 65. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la implementación de medidas de contención, en el caso de un derrame de salmuera, tales como el

Riesgo: Derrame de RILES	
	almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación para su posterior descarga o traslado a un sitio autorizado para su tratamiento 66. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la limpieza del sector afectado por el derrame de RILES, una vez controlada la emergencia. 67. La emergencia se dará por terminada una vez que los organismos externos con competencia dicten que la emergencia ha sido controlada (en caso de contar con su apoyo), y que el Titular realice las acciones necesarias para la recuperación del nivel operacional. 68. Una vez superada la emergencia, se deben revisar las condiciones de seguridad de las instalaciones, antes de autorizar la recuperación del nivel operacional. 69. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento.
Forma de control y seguimiento	70. Simulacro de emergencia según programa anual 71. Auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual 72. Informe de emergencia 73. Registro sobre autorización sanitaria para la descarga de RILES
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso,será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de

Riesgo: Derrame de RILES	
	la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra b) , Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Observación N° 132:

132.Perdida de playas: Perderemos parte de nuestro litoral, parte de nuestro turismo, playa arenillas negras, Playa la Lisera, Playa el Laucho

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación plantea la pérdida de tres playas, Arenillas Negras, La Lisera y El Laucho y, con ellas, de parte del litoral y del turismo de la ciudad. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, las tres playas se mantienen disponibles. Para fundamentarlo con la precisión que corresponde, se abordará cada una de estas tres playas por separado, ya que el Proyecto se relaciona de manera distinta con cada una de ellas, y explicando esa diferencia puede establecerse con exactitud qué ocurre en cada caso.

Sobre playa Arenillas Negras, el Proyecto contempla en un sector de esta playa sus instalaciones marítimas y terrestres, esto es, la Planta Elevadora de Agua de Mar, el emisario de descarga, es decir, una tubería que conduce la descarga hacia el mar y que va enterrada bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, Cuadro N°1.48, p.1.80), y las tuberías de conducción. Para levantar estas obras se instala una instalación de faenas, es decir, un área de trabajo temporal donde se ubican los equipos, materiales y maquinaria necesarios durante la construcción. Respecto del turismo, el expediente evalúa el componente ambiental "Valor Turístico", es decir, si el Proyecto altera zonas con valor turístico o restringe el acceso a ellas, e identifica como atractivos turísticos cercanos al área del Proyecto a playa La Lisera y las olas El Cacho, Arenillas Negras y El Rancio (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222). Los efectos identificados sobre este componente corresponden a las obras de la fase de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Sección 3.3.2.7, p.3.94).

Durante la fase de construcción, la instalación de faenas es la única intervención que permanece en la playa, y su superficie varía a lo largo de las obras: ocupa 1,10 hectáreas en la primera etapa, cuando se

ejecutan las principales obras marítimas, se reduce a 0,87 hectáreas una vez terminadas las excavaciones submarinas y queda en 0,48 hectáreas en la etapa final, dejando el resto de la playa disponible para su uso (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28). Este recinto, de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, es la única obra que modifica el paso por la orilla, y lo hace de manera parcial: el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), es decir, el recinto ocupa un tramo de la playa y la orilla puede alcanzarse por ambos costados de él. Las excavaciones y las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se concentran en los primeros meses de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), y las tronaduras se realizan fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, las obras marítimas, incluida la Planta Elevadora de Agua de Mar, quedan soterradas en el borde costero, fuera de la vista de las personas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Respecto específicamente de la actividad de camping que se desarrolla en este sector, la línea de base registra que la conexión de quienes acampan con la playa viene desde "el tiempo de los abuelos", unos "setenta, ochenta" años atrás (Adenda Complementaria, p.510), es decir, una actividad tradicional y consolidada en el tiempo. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, con las tronaduras fuera de los veranos, la instalación de faenas es la única restricción que permanece durante ellos: la instalación de faenas representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86), y el camping puede seguir desarrollándose en el mismo lugar. En reconocimiento de esta actividad, el Proyecto incorpora lo que se llama un Compromiso Ambiental Voluntario, que es una medida que el Titular del Proyecto ofrece por iniciativa propia, con el fin de apoyar a un grupo humano determinado. En este caso, el compromiso se denomina "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.51, p.219), es aplicable tanto en la fase de construcción como en la de operación, y contempla la constitución de una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, que sesionará al menos dos veces al año, una antes y otra después de cada período estival, además de la disposición de hasta cuatro baños químicos gestionados por el propio Titular durante los meses de diciembre a febrero de cada año (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado.

En cuanto a la práctica de surf y bodyboard en este mismo sector, corresponde explicar primero que, durante la construcción de las obras marítimas, se establece alrededor de ellas lo que se llama un buffer de seguridad: una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, con el fin de evitar accidentes y mantener alejadas a las personas del área de trabajo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza de surf, a aproximadamente 218,8 metros, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria

Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104); y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera de esa franja y la actividad se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Dado que la ola derecha presenta el margen más ajustado, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización.

Sobre playa La Lisera, una parte de esta playa, ubicada a 600 metros al norte del Proyecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222), queda dentro del área de influencia de medio humano exclusivamente por las tronaduras submarinas que se ejecutan durante la construcción. Durante cada una de estas cinco tronaduras se aplica una zona de evacuación en el mar, de 114,9 hectáreas frente a unos 1.503,5 metros de costa, que rige solo por los 20 minutos que dura cada evento, mientras la playa y los roqueríos se mantienen abiertos (Adenda Complementaria, Figuras N°6.54 y N°6.57, pp.368 y 371; Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Las cinco tronaduras se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y suman en total 100 minutos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.55). Concluida la quinta tronadura, la zona de evacuación deja de aplicarse, y con ella la única relación del Proyecto con La Lisera. La inclusión de esta playa en el área de influencia responde, por tanto, a una restricción breve de acceso al mar durante la construcción. La descarga de salmuera, por su parte, se realiza a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79), con un exceso de salinidad que baja al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y se dispersa hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Sobre playa El Laucho, esta playa se ubica fuera del área de influencia de medio humano (Adenda Complementaria, Figura N°6.57, p.371).

Como resultado, las tres playas que menciona la observación se mantienen disponibles. Playa Arenillas Negras podrá seguir utilizándose durante la construcción y la operación del Proyecto: durante la construcción, la instalación de faenas se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas y deja acceso a la orilla por ambos costados; en la operación, las obras quedan soterradas; y los efectos identificados sobre el Valor Turístico corresponden a la construcción. El camping, práctica tradicional de más de 70 años, continúa en ambos veranos en el mismo lugar, respaldado por un Compromiso Ambiental Voluntario específico reforzado con las exigencias de esta Dirección Regional, y los tres sectores de surf y bodyboard quedan fuera de la franja de resguardo de las obras, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. La inclusión de una parte de La Lisera en el área de influencia responde exclusivamente a la zona de evacuación de las cinco tronaduras submarinas de la construcción, que suman 100 minutos fuera del verano, mientras la descarga de salmuera se dispersa hacia sectores alejados de la costa, y playa El Laucho se ubica fuera del área de influencia del Proyecto.

53. Observante: Paulina Katherine Neira Hidalgo

Observación N° 133:

Construcción de la planta desaladora en una zona urbana: Como ciudadana me preocupa saber que su proyecto va a estar tan cerca de los nuevos departamentos que entregaron y siguen haciendo camino a las pesqueras y que la mayoría de sus pobladores no han sido informados.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la vialidad y el transporte, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada, se informa que la ubicación de la planta desaladora no presenta incompatibilidades con el desarrollo de proyectos habitacionales en sus proximidades. Al respecto, cabe señalar que el Titular del Proyecto señaló que se evaluaron diversos emplazamientos para el proyecto, priorizando la seguridad, continuidad y calidad del suministro de agua para los habitantes. Desde este enfoque, se seleccionó este sector por su capacidad técnica para garantizar una distribución de agua potable más eficiente y eficaz para la ciudad. Un criterio fundamental fue que la ubicación estuviera libre y protegida de riesgos asociados a tsunamis. En este contexto, señaló que por estas razones se descartaron algunas alternativas al norte que se encontraban en zonas demasiado bajas y vulnerables.

Otros criterios técnicos que fueron considerados para escoger el sector de Arenillas Negras fueron los siguientes:

1. Proximidad al borde costero: lo que significa factibilidad entre la captación de agua de mar y la reducida distancia entre la planta y los puntos de demanda y uso del agua.
2. Esta reducción de distancia entre la producción de agua potable y la demanda de esta es crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.
3. El terreno es proporcionado por Bienes Nacionales.
4. Adicionalmente, su disposición se alinea con la planificación urbana, ya que se encuentra fuera del área de inundación identificada por el SHOA (en sus Cartas de Inundación por Tsunami de la ciudad de Arica). Esto no solo disminuye el riesgo para las instalaciones de la planta, que se encuentra a de 93 metros sobre el nivel del mar, sino que también facilita una reposición más ágil de la operación de la planta en caso de eventos adversos, debido a que la reposición se concentraría más bien en las obras de captación ubicadas en la costa del terreno. (Fuente: EIA, Capítulo 1. Descripción de Proyecto).

Además, dentro de los aspectos técnicos señalador por el Titular para optar por la Playa de Arenillas Negras para el desarrollo del Proyecto, es que éste tuviese proximidad al borde costero, debido a que es necesaria la captación de agua de mar a una distancia razonablemente reducida entre la planta y los puntos de demanda de agua potable, lo que esto reduce el consumo energético en el bombeo de agua y finalmente, hacen viable el proyecto. Adicionalmente, y con el fin de disminuir riesgos y facilitar la

reposición en casos de emergencia climática como tsunamis, la PTOI no puede estar en el área de inundación, según el SHOA (Fuente: EIA, Capítulo 1. Descripción de Proyecto, 1.3.5. Justificación de su localización).

La infraestructura para implementar la planta desalinizadora, también se encontrará muy alejada de cualquier vivienda. Por ejemplo, en relación con la tubería del emisario submarino, que tendrá la función de transportar la salmuera de rechazo desde la PTOI hasta el punto de descarga en el mar, ésta tiene una distancia de 367 metros y su punto de descarga ha sido diseñado considerando estar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La ZPL está fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, con el rigor de procedimientos y requerimientos necesarios para su determinación para aquellos proyectos que consideran descargar residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos, mediante emisarios submarinos, por lo que estos criterios son válidos para este proyecto (Circular de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Ordinario N° a-53/004).

Adicionalmente y con el fin de manejar la descarga de salmuera de rechazo, se incorporaron una serie de ocho (8) difusores que tienen el objetivo de generar una rápida y efectiva dispersión y dilución de la concentración salina. Esta tecnología se ubica espaciada a intervalos de 4 metros entre sí, en los últimos 40 metros del emisario. Asimismo, el diseño del proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde viven y se adaptan especies (ver Capítulo 3. Línea de Base, 3.3.7. Ecosistemas Marinos, Capítulo 4. Predicción y Evaluación de Impactos, 4.3.1.3. Ecosistemas Marinos).

Siendo efectivo que la descarga se produce en un sector acotado de agua con mayor concentración de sales minerales, durante el proceso se incorporan tecnologías que son las encargadas de una rápida dispersión para que se produzca una dilución de esta concentración salina. Adicionalmente, el diseño del Proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde incluso viven y se adaptan especies (Fuente: Q&A).

Es facultad del Ministerio de Defensa y la Subsecretaría de Marina, conceder el uso particular de fondos de mar, porciones de agua dentro y fuera de las bahías, desde lo descrito en el Decreto con Fuerza de Ley N° 340 sobre Concesiones Marítimas. Estas se otorgan sobre bienes nacionales de uso público o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponde al Ministerio de Defensa Nacional y la Subsecretaría de Marina, cualquiera que sea el uso a que se destine la concesión y el lugar en que se encuentren ubicados lo bienes. En específico, para este Proyecto y con destino de las instalaciones en el borde costero, fondo marino y columna de agua de mar, se está tramitando la concesión marítima que se requiere (fuente: EIA - Capítulo 9.1: Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto, 9.1.2.) No obstante, en la actualidad, en el marco del mismo trámite, se solicitó el pronunciamiento al Director de Obras Municipales (DOM) de la I. Municipalidad de Arica, el cual indica mediante ORD. 2583/2019, ratificado mediante ORD. 708/2020, que "…*la ciudad de Arica, se ajustan al Uso de Suelo señalado en la Plan Regulador vigente de la Comuna de Arica*…".

También con respecto a la afectación de los departamentos, es importante mencionar que se hizo un estudio de propagación de ruidos provenientes de la PTOI y el resto de las obras (ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria), por medio del que se pudo determinar que la propagación de ruido demuestra que no se superarán los niveles de la norma en los receptores como lo son los departamentos mencionados. Al mismo tiempo señala que el acceso a la Planta de Osmosis Inversa (PTOI) ha sido adecuadamente diseñada cumpliendo las normativas de vialidad, especialmente lo relacionado a distancias, pistas de aceleración y desaceleración. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Entrega de información sobre cortes viales*" cuyo objetivo es "*dar a conocer a las unidades vecinales de las áreas próximas al área de obras, particularmente a los atraviesos, obras eléctricas y tronaduras que deberán ser desarrollados por el Proyecto, el cronograma y plan de señalización que será implementado mientras ellas se extiendan. Dado que estas actividades inciden sobre vías que pueden ser utilizadas eventualmente por otros usuarios, el compromiso también busca informar a población general*" (ver Cuadro 7.12 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Por último, respecto de la información a la población, se informa que dentro del periodo en que se debía realizar la participación ciudadana del Proyecto, es decir, entre el 22 de abril y el 19 de julio de 2024, se efectuaron alrededor de 18 instancias entre reuniones de Apresto, Talleres de Diálogo y Casa Abierta. El Informe final y de síntesis informática de dichas jornadas se puede ver en el siguiente link: https://seia.sea.gob.cl/archivos/2024/08/16/Informe_final_PAC_Desaladora.pdf correspondiente al expediente de participación ciudadana del proyecto.

Observación N° 134:

Prohibición de ocupación de espacio público: Ya que su proyecto se va a realizar en una playa muy concurrida por las familias ariqueñas, deportistas, buzos, mariscadores y pescadores, se verán imposibilitados de realizar sus actividades por la faena que durara 30 meses.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto se emplazará en una playa muy concurrida por familias ariqueñas, deportistas, buzos, mariscadores y pescadores, y que estos se verán impedidos de realizar sus actividades durante una faena de 30 meses que ocupará ese espacio público. Para responder, se presenta primero la duración de la construcción y su ocupación efectiva de la playa y, luego, qué ocurre con las actividades de las familias, de los deportistas y de los buzos, mariscadores y pescadores, durante la construcción y una vez concluidas las obras.

En relación con la duración y la ocupación del espacio público, la fase de construcción se extiende por 26 meses (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), y el expediente distingue entre la duración

total de esa fase y la duración de las actividades que efectivamente interactúan con los usos del borde costero, precisando que la primera es distinta de la segunda (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.21). Durante la construcción, la única intervención que se mantiene en la playa de manera continua corresponde a la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y el acopio de materiales de la construcción, cuya superficie disminuye progresivamente conforme finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), pasando de 1,10 hectáreas durante el primer verano a 0,48 hectáreas durante el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.5, p.34). Las demás actividades constructivas que interactúan con la playa, como las excavaciones, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, y las obras marítimas, tienen una duración acotada y se concentran en etapas específicas de la secuencia constructiva (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). Las tronaduras se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). Mientras permanece la instalación de faenas, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de esa instalación (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76).

En cuanto a las familias que usan la playa, el camping corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Evaluado este uso conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Esto significa que el campamento y los demás usos recreativos de la playa pueden seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado.

Respecto de los deportistas, en particular quienes practican surf y bodyboard, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores de práctica respecto del buffer marino de seguridad, es decir, la franja de 50 metros de ancho a cada lado de las tuberías submarinas, con una superficie de 75.500 metros cuadrados, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros del buffer, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11,

p.2.191). El expediente consigna que el área de enseñanza y la ola izquierda quedan fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, por lo que la práctica y enseñanza de surf y bodyboard puede continuar desarrollándose en dichos sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105). Conforme al análisis propio de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Por ello, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la práctica deportiva puede seguir desarrollándose desde ese momento (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla además, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), y esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

En cuanto a los buzos, mariscadores y pescadores, el buffer de seguridad de las obras marítimas coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas implican una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario “Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca” contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario “Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Concluida la construcción, en la etapa de operación, el camping, la práctica deportiva, el buceo, la recolección de orilla y la pesca pueden seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Revisada cada una de estas actividades, si bien la construcción dura 26 meses, la única intervención que se mantiene de manera continua en la playa es la instalación de faenas, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas, con acceso a la orilla por el norte y por el sur, mientras las tronaduras se ejecutan fuera del verano. La instalación de faenas se superpone con el 20% del territorio usado por los campistas en el primer verano y con el 10% en el segundo, con el compromiso de apoyo al camping reforzado por esta Dirección Regional. Los deportistas mantienen sus sectores de práctica durante toda la construcción, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para buzos, mariscadores y pescadores, la restricción de acceso corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo; durante esa restricción, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. Concluidas las obras, todas estas actividades pueden seguir desarrollándose con acceso libre a toda la playa.

Observación N° 135:

Contaminación que su proyecto provocara en arenillas negras: Contaminación por las descargas de agua salada con contaminantes químicos con los que limpian sus tuberías. Dañaran la vida marina y por ende a todos los usuarios de un espacio público.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

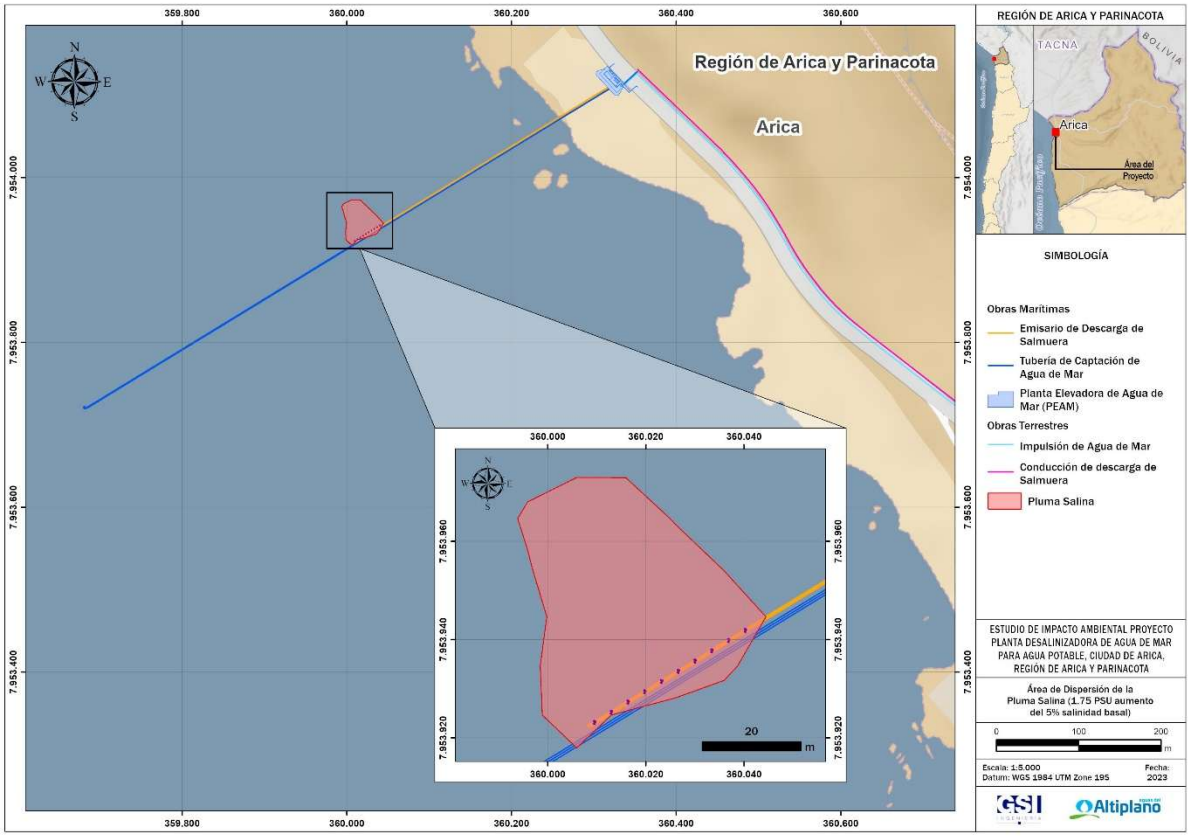
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

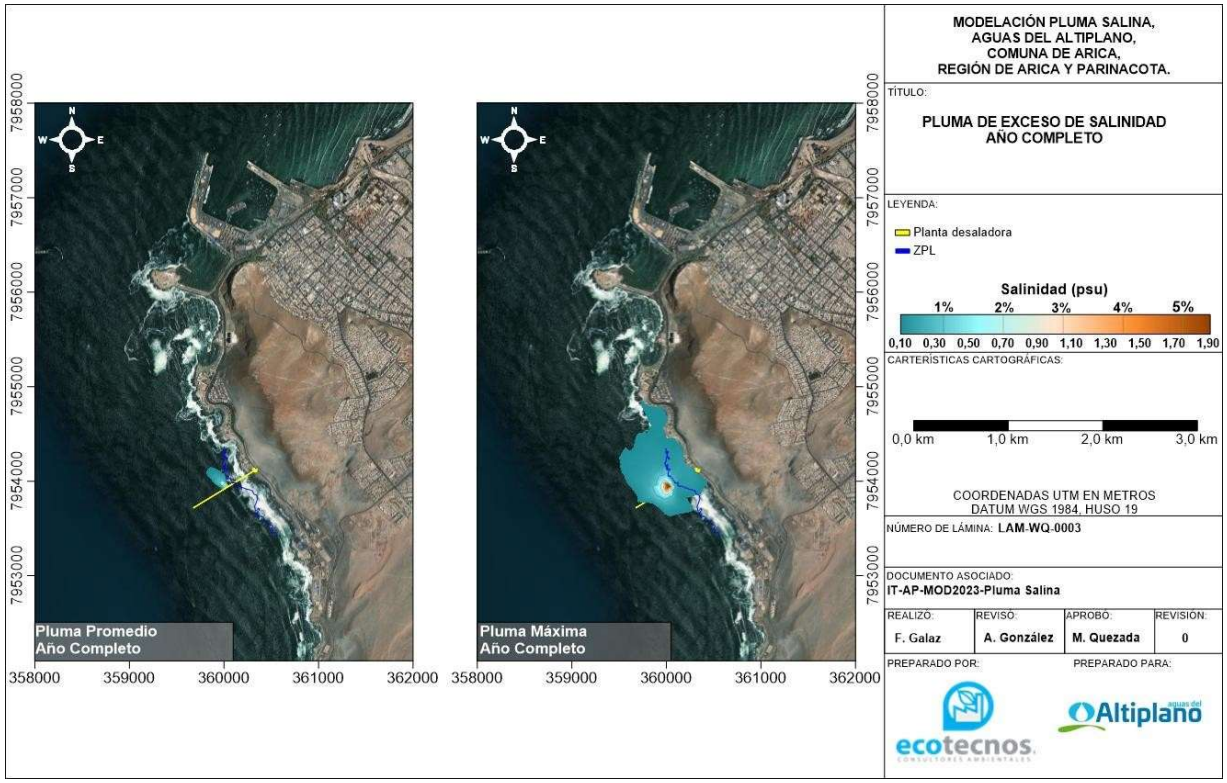
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

Particularmente, respecto a la mantención de los difusores del emisario submarino, en la parte 7 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, se señala que se realizará una inspección anual de los difusores para garantizar su correcto funcionamiento. Cualquier reparación o mantenimiento se lleva a cabo bajo protocolos específicos que minimizan el impacto en el medio marino fuera del agua quitando los difusores fallidos lampeándolos en la PTOI fuera del mar, donde se limpian mecánicamente y, si es necesario, químicamente. Y los residuos que puedan existir sobre esta mantención serán almacenados transitoriamente para ser enviados a lugares autorizados para disponerlos de forma segura.

En conclusión, no se estima un impacto significativo en los ecosistemas marinos debido a lo acotado del aumento de salinidad ni por la descarga de químicos, así como tampoco en las playas cercanas, entre las que se incluyen las playas La Lisera y El Laucho, además de la playa el Chinchorro y Las Machas, en tanto no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

Observación N° 136:

Protección de momias que hay en el lugar: a menudo con el tránsito de las personas se han ido desenterrando vestigios de las momias chinchorro, ¿Cuáles serán los cuidados que se tendrán al respecto ya que las obras contemplan excavaciones para poner los tubos de extracción de agua salada

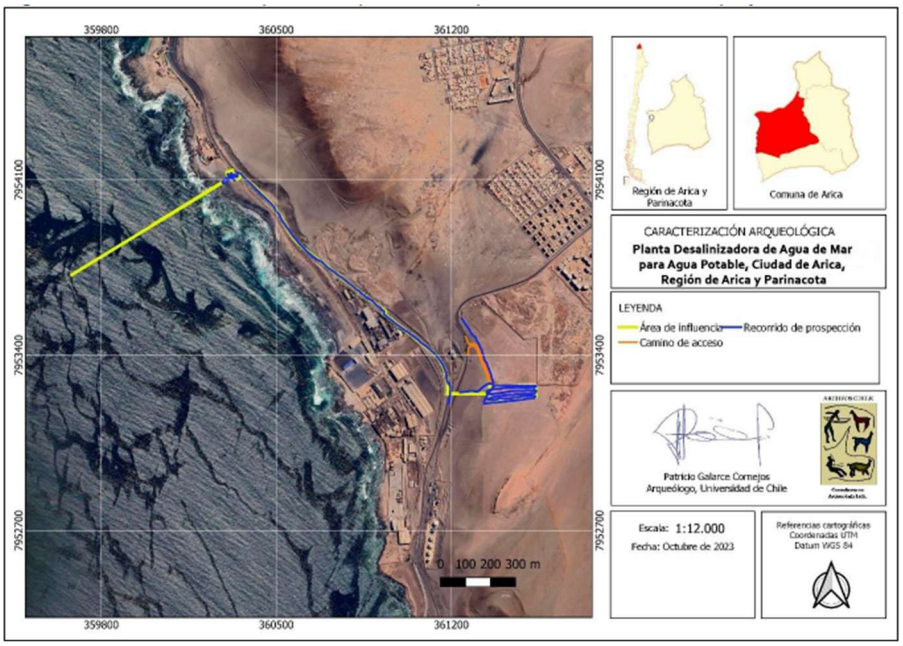
Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la vialidad y el transporte, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto del componente arqueológico y como resultado de dichas prospecciones, se identificaron hallazgos de carácter arqueológico que corresponden a evidencias materiales de ocupaciones humanas pasadas, las cuales fueron registradas y evaluadas por el especialista a cargo. En función de sus características, contexto y valor patrimonial, estos hallazgos arqueológicos fueron considerados relevantes y, por lo mismo, el Proyecto debe aplicar un permiso específico para asegurar su protección antes de ejecutar obras. Ese permiso es el PAS 132, que regula cómo se maneja el patrimonio arqueológico cuando un proyecto puede afectarlo. Durante la primera etapa de la caracterización, se realizó una inspección visual del área del Proyecto, se planificó recorridos a pie en líneas paralelas, separadas entre sí cada 10 metros, de manera de revisar sistemáticamente toda la superficie y cubrir el 100% del área del proyecto. A continuación, se muestra en un mapa a escala, el trayecto realizado.

Figura. Prospección superficial o inspección visual del área del proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En las prospecciones se registraron 14 hallazgos arqueológicos, la mayoría correspondientes a ocupaciones prehispánicas, principalmente del período Intermedio Tardío, sin descartarse un posible caso de mayor antigüedad (probable arcaico), además de un hallazgo asociado al período colonial. En términos generales, estos resultados confirman lo indicado por la revisión bibliográfica respecto de una ocupación intensa del borde costero del sur de Arica desde tiempos antiguos. Sin embargo, también se constató que gran parte de las evidencias se encuentran alteradas, removidas o parcialmente destruidas por intervenciones industriales y constructivas históricas en el sector, por lo que los hallazgos registrados se ubican próximos a zonas altamente intervenidas y a acopios de sedimentos externos al lugar. A continuación, se muestran imágenes en terreno de algunos de los hallazgos constatados en el sitio arqueológico SA-01.

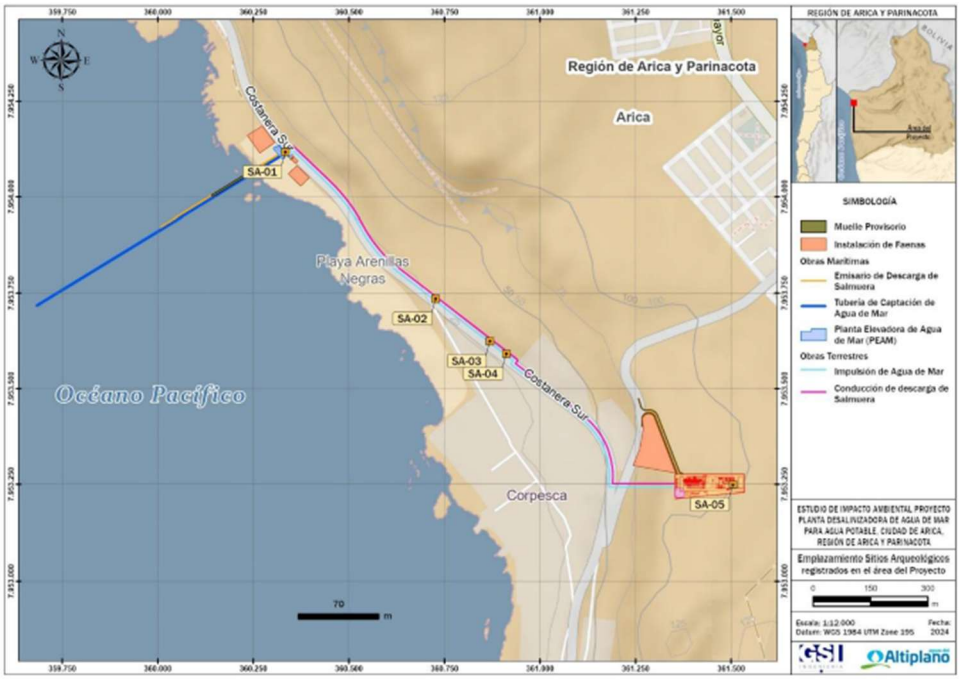
Imagen. Hallazgos del Sitio Arqueológico SA-01, Cultura Arica Período Intermedio Tardío.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Para ordenar y presentar esta información de manera clara, los hallazgos se agruparon según su cercanía espacial, conformándose finalmente cinco polígonos arqueológicos34, los cuales se describen como sitios arqueológicos para efectos de su registro, análisis y definición de medidas asociadas.

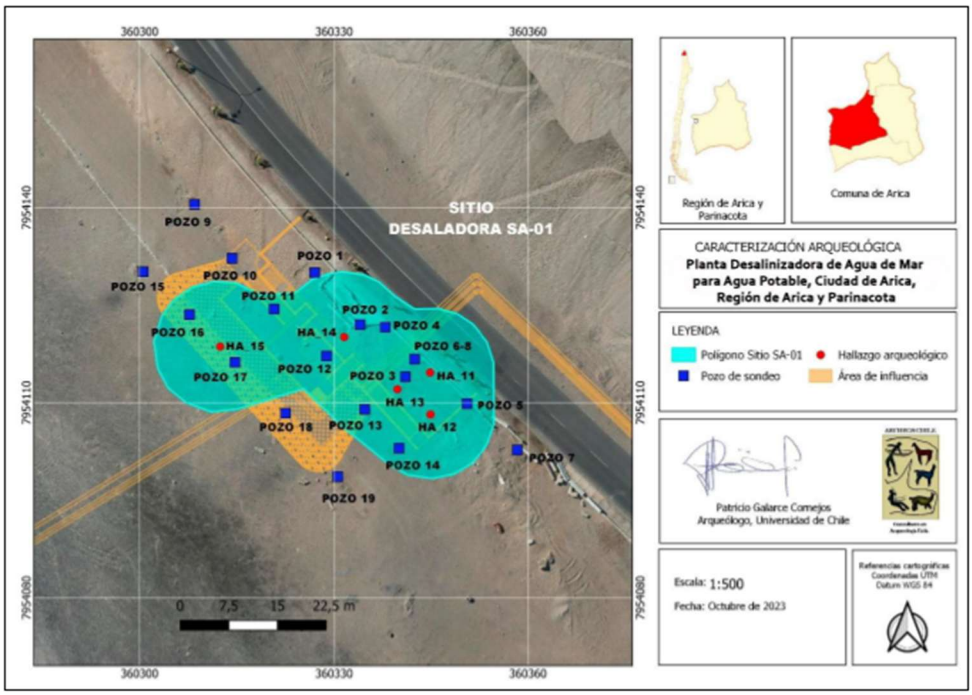
Figura. Sitios Arqueológicos registrados en el área del Proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Luego de la revisión en superficie y una vez delimitadas las áreas con hallazgos (polígonos arqueológicos), se hizo una segunda etapa para "mirar bajo el suelo" y conocer mejor cada sitio. Para esto, se excavaron pozos de revisión (sondeos)35, de forma rectangular, de aproximadamente 1 metro por 0,5 metros. La excavación se realizó a mano, y se fue avanzando por capas de 10 centímetros, para registrar de manera ordenada lo que aparecía a medida que se profundizaba36. Todo el material extraído se revisó con un colador o malla (tamizado), de forma que también pudieran recuperarse fragmentos pequeños que no se ven fácilmente a simple vista. Los materiales encontrados se guardaron en bolsas y se etiquetaron indicando de qué pozo y de qué profundidad provenían. Al terminar, los pozos se rellenaron con el mismo material extraído. Además, se realizó un registro con fotografías y un levantamiento con dron para dejar constancia del área revisada. En el caso del sitio Desaladora SA-01, este se encuentra cerca de la playa Arenillas Negras, en el mismo sector donde se planea construir la planta elevadora de agua de mar. Para estudiarlo con más detalle, se planificó excavar 16 pozos distribuidos en tres líneas paralelas, siguiendo la dirección de la obra proyectada. Como el suelo es muy arenoso e inestable, fue necesario hacer ajustes por seguridad y para poder trabajar correctamente, por lo que finalmente se excavaron 19 pozos en este sitio. A continuación, se presenta un mapa que muestra la ubicación de los pozos dentro del área del proyecto. Es importante señalar que este mismo procedimiento se aplicó en cada uno de los sitios identificados.

Figura. Distribución pozos de sondeo arqueológicos en el sitio SA-01.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En general, el análisis mostró que el borde costero del sur de Arica ha tenido muchas intervenciones modernas (por ejemplo, caminos y obras), lo que ha removido parte del suelo y mezclado materiales en algunos sectores. Por eso, no todos los sitios presentaron el mismo nivel de información ni la misma relevancia. Sin embargo, el sitio Desaladora SA-01 destacó por conservar evidencias más claras y mejor

delimitadas, asociadas principalmente a ocupaciones prehispánicas del período Intermedio Tardío. Todo este trabajo forma parte de la línea de base del proyecto, es decir, del estudio que se realiza durante la evaluación ambiental y antes de presentar el EIA, para conocer cómo es el área antes de construir. La conclusión fue que, debido a que algunos de estos sitios, y especialmente SA-01, se ubican en sectores donde se proyectan obras, el proyecto podría afectar directamente patrimonio arqueológico. Por esta razón, fue necesario evaluar el impacto del proyecto sobre el patrimonio cultural y definir medidas específicas para su manejo, lo que se formaliza a través del PAS 132.

Fase de Construcción:
Una vez terminada la línea de base, es decir, después de identificar y caracterizar los sitios arqueológicos, el siguiente paso dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue analizar cómo las obras del proyecto podrían afectar ese patrimonio (ver Anexo 3.1.13 Predicción y evaluación de impactos de la Adenda Extraordinaria). Para ello, se revisaron todas las actividades de construcción (instalación de faenas, excavaciones, obras terrestres y marítimas, instalación de tuberías, etc.) y se cruzaron con la información obtenida en terreno. Ese cruce permitió identificar una situación clara: varias de las obras requieren movimientos de tierra, y esos movimientos podrían afectar directamente los hallazgos arqueológicos identificados en la línea de base. Por esa razón, se definió un impacto ambiental denominado, "*Alteración del Patrimonio Cultural por movimientos de tierra que puedan afectar hallazgos arqueológicos*". Dicho impacto fue evaluado para distintas partes del proyecto (faenas temporales, obras permanentes, obras marítimas y terrestres), ya que en todas ellas existe intervención del suelo.

En el EIA, cada impacto se analiza mediante una metodología que asigna valores a distintas variables. Estas variables permiten estimar qué tan relevante puede ser la afectación. La evaluación consideró:
1. Carácter: si el impacto es positivo o negativo.
2. Certidumbre: qué tan probable es que ocurra.
3. Intensidad: qué tan fuerte sería la alteración.
4. Extensión: en qué área se manifestaría.
5. Duración: cuánto tiempo podría mantenerse.
6. Reversibilidad: si es posible recuperar la condición original.

Cada una de estas variables recibió una valoración numérica. Luego, esos valores se combinaron para obtener una Calificación Ambiental del Impacto (CAI). Además, se consideró el Valor Ambiental del Componente (VAC), que corresponde a la importancia que tiene ese componente en el área del proyecto. En este caso, el patrimonio cultural fue catalogado con un valor alto (VAC 6), debido a:
7. La presencia hallazgos arqueológicos de ocupaciones prehispánicas relevantes.
8. La coincidencia directa entre algunos sitios y las obras proyectadas.
9. La existencia de normativa específica que protege estos bienes.

Una vez analizada la información levantada en la línea de base y cruzada con el diseño del proyecto, la evaluación ambiental permitió distinguir situaciones diferentes dentro del área de intervención.

En primer lugar, se determinó que en sectores como la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y, especialmente, en el sitio Desaladora SA-01, existe una coincidencia entre las obras proyectadas y áreas

donde se identificaron depósitos arqueológicos con mayor integridad y concentración de materiales. En este sitio no solo se registraron hallazgos en superficie, sino también evidencias en profundidad que indican ocupaciones humanas prehispánicas recurrentes. Esto significa que las excavaciones necesarias para instalar las obras podrían intervenir directamente un contexto arqueológico protegido por ley. Por esa razón, el impacto fue calificado como negativo y relevante, alcanzando categoría de impacto significativo.

En segundo lugar, la evaluación mostró que otros sectores, como los sitios SA-02, SA-03 y SA-04, presentan materiales arqueológicos que se encuentran removidos, mezclados o transportados por intervenciones modernas (como obras viales y movimientos de sedimentos). En estos casos, aunque existe presencia de material cultural, no se identificaron depósitos arqueológicos íntegros ni contextos que permitan una interpretación clara del pasado. Por ello, su relevancia científica y patrimonial es menor en comparación con SA-01, lo que se reflejó en una calificación de impacto menos severa. En el caso del sitio SA-05, la evaluación determinó que los restos presentes son escasos y superficiales, y que no aparecen capas con restos al excavar que indiquen que el lugar conserve evidencia bajo el suelo.

Dado que existen hallazgos arqueológicos dentro del área del proyecto y siguiendo las recomendaciones del especialista que realizó la caracterización, se definieron e incorporaron medidas específicas para reducir al mínimo la afectación que podrían generar las obras sobre este patrimonio. Estas medidas también permiten registrar y documentar adecuadamente los hallazgos, y reportar sus resultados al Consejo de Monumentos Nacionales mediante los informes y seguimientos correspondientes. A continuación, se presentan las medidas propuestas para mitigar este efecto (Para más detalle ver Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria):

1. MM1 - Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada): Esta medida consiste en realizar excavaciones controladas en el sector más relevante del sitio Desaladora SA-01, donde se identificó mayor concentración de restos arqueológicos. Antes de que comiencen las obras, se intervendrá aproximadamente la mitad del área más sensible, mediante excavaciones planificadas y realizadas por especialistas, con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de información posible antes de que el terreno sea intervenido por el proyecto. Todo el material recuperado será analizado, conservado y entregado a una institución autorizada. Además, esta medida cuenta con un plan de seguimiento que contempla la elaboración de informes técnicos que deben ser enviados periódicamente al Consejo de Monumentos Nacionales, para que la autoridad revise y valide el trabajo realizado (ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
2. MM2 - Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva): En sectores donde los restos arqueológicos son escasos y se encuentran principalmente en la superficie (como en el sitio SA-05), se realizará una recolección ordenada y controlada del material visible. Esto implica registrar, fotografiar, levantar y analizar los restos encontrados antes de que comiencen las obras, asegurando que la información no se pierda. Posteriormente, los materiales serán estudiados por especialistas y depositados en una institución autorizada. Al igual que en la medida anterior, existe un plan de seguimiento que exige informar periódicamente al Consejo

de Monumentos Nacionales sobre las actividades realizadas y sus resultados (ver Cuadro N° 2.2 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).

3. MM3 - Monitoreo Arqueológico Permanente: Durante toda la etapa de construcción, un profesional arqueólogo supervisará diariamente las excavaciones y movimientos de tierra para detectar posibles hallazgos no previstos. Si se encuentra algún resto arqueológico, las obras se detendrán en ese sector y se dará aviso inmediato al Consejo de Monumentos Nacionales, siguiendo el procedimiento que establece la ley. Este monitoreo incluye la elaboración de informes mensuales y un informe final, los cuales deben ser enviados a la autoridad para mantener un control formal y continuo de las actividades (ver Cuadro N° 2.3 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
4. MM5 - Charlas de Inducción Arqueológica Mensual: Todos los trabajadores de la obra recibirán una capacitación mensual dictada por un arqueólogo, donde se explicará qué es el patrimonio arqueológico, cómo reconocer posibles hallazgos y qué hacer en caso de encontrar alguno. El objetivo es prevenir daños accidentales y asegurar que todo el personal conozca el procedimiento legal correspondiente. Estas actividades quedan registradas en informes con lista de asistencia y respaldo fotográfico, los cuales forman parte del sistema de seguimiento y también son informados al Consejo de Monumentos Nacionales ((ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.4 de la Adenda Extraordinaria).
5. MM5 - Señalización cercado provisorio de sitios y hallazgos arqueológicos: Antes de iniciar las obras, los sitios identificados como sensibles (como SA-01 y SA-02) serán delimitados físicamente mediante cercos y señalética visible que advierta su condición de área protegida. Esto evita intervenciones involuntarias y restringe el acceso. El estado de estos cercos será revisado periódicamente en el marco del monitoreo arqueológico, y cualquier mantención o modificación será registrada e informada a la autoridad competente ((ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.5 de la Adenda Extraordinaria).

Además de definir las medidas de mitigación para los sitios ya identificados, el Titular también evaluó un riesgo adicional (ver Anexo 8 de la Adenda Excepcional), el que dice relación con que durante las obras aparezcan hallazgos no detectados previamente en la zona (por ejemplo, restos arqueológicos o paleontológicos que no estaban a la vista). Como esa posibilidad existe cuando se remueve terreno o se interviene el fondo marino, se preparó un plan de contingencias y emergencias para actuar de forma ordenada si ocurre un hallazgo inesperado. En términos simples, el plan de emergencias y contingencias, llamado “Riesgo: Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico”, contempla dos momentos. Primero, medidas para prevenir este tipo de situación: se hace una evaluación de riesgos para identificar dónde podría existir mayor probabilidad de encontrar patrimonio, se revisa qué tan “vulnerables”, es decir, qué tan probable es que en un lugar puedan aparecer restos arqueológicos o patrimoniales no identificados previamente, son las áreas de trabajo y los equipos que intervienen, y se capacita al personal para que pueda reconocer señales de un posible hallazgo y sepa qué hacer si aparece algo relevante. Todo esto queda respaldado con registros: se deja evidencia del monitoreo constante de las actividades de excavación en el fondo marino y de las capacitaciones realizadas.

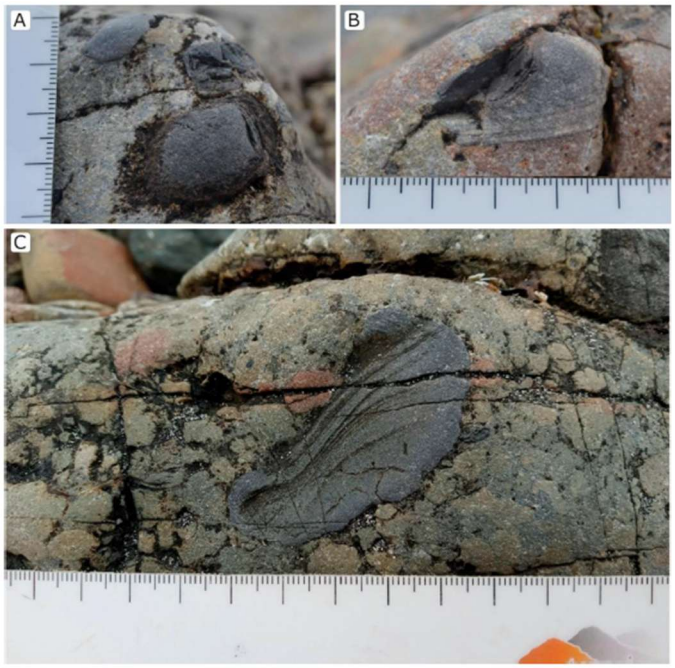
Segundo, el Plan también explica qué hacer si efectivamente aparece un hallazgo no previsto. En ese caso, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Detener de inmediato los trabajos en el lugar exacto donde apareció el hallazgo.
2. Avisar al equipo responsable y activar el protocolo correspondiente.
3. Solicitar la revisión de especialistas en patrimonio, quienes evaluarán qué se encontró y qué tan importante es.
4. Proteger el área (por ejemplo, delimitándola o cercándola) para evitar daños adicionales.
5. Continuar los trabajos solo en las zonas donde no exista riesgo para el patrimonio.
6. Realizar una evaluación más completa del hallazgo y dejar registro de lo encontrado.
7. Coordinar con las autoridades competentes las medidas de conservación que correspondan.
8. Elaborar un informe del evento y, si es necesario, mejorar o ajustar el plan en base a la experiencia obtenida.

Respecto a la comunicación con la autoridad, el Plan señala que, si ocurre una contingencia o emergencia de este tipo, una vez controlada la situación se notificará mediante el sistema de seguimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. En el caso de la activación por hallazgos patrimoniales, también se considera la notificación al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN).

Respecto del componente paleontológico, se informa que al igual que la caracterización arqueológica realizada en el área de emplazamiento del Proyecto, se realizaron trabajos respecto a la caracterización paleontológica. A diferencia de lo que ocurre con la arqueología, donde los restos pueden encontrarse enterrados bajo capas de tierra recientes, en este caso el patrimonio paleontológico identificado está asociado a rocas que se encuentran expuestas en la superficie. Es decir, los fósiles no están ocultos bajo el suelo, sino que forman parte de una formación geológica visible en la playa Arenillas Negras, razón por la que, se realizó nuevamente una prospección superficial en el área de estudio del proyecto, similar a la realizada para la componente arqueológica, tal como se muestra en la imagen a continuación:

Imagen. Hallazgos del Sitio Paleontológico, hallados en rocas de Formación Camaraca.

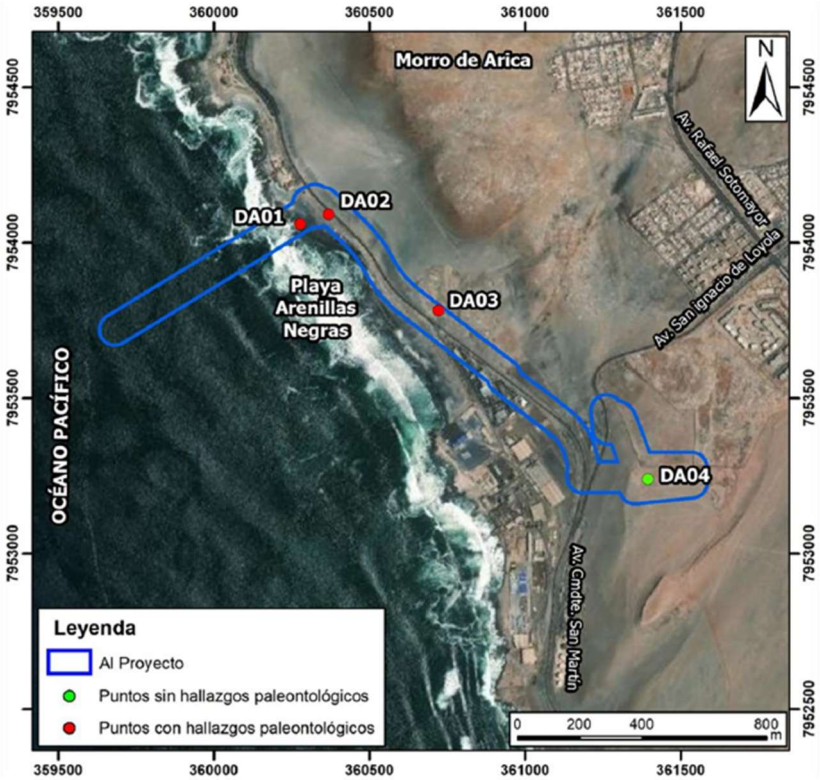


Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.
Nota: A-B. Moldes o vaciados de bivalvos indeterminados contenidos en capas de conglomerados, observados en los afloramientos de playa Arenillas Negras.
C. Fragmento de Ostreidae indet. contenido en la misma capa de conglomerado. Escalas en cm.

En esta prospección se encontraron tres (3) hallazgos paleontológicos dentro del área del proyecto, conformando un polígono para el sitio paleontológico, llamado "Afloramientos de Formación Camaraca y depósitos asociados en Playa Arenillas Negras", que abarca una superficie de 38 ha. Estos hallazgos corresponden a invertebrados marinos, específicamente amonites, bivalvos y braquiópodos. Estos restos se encuentran contenidos en capas de conglomerado y arenisca en afloramientos de Formación Camaraca, o en clastos de arenisca y lutita hallados en los depósitos coluviales y litorales provenientes de la erosión de Formación Camaraca.

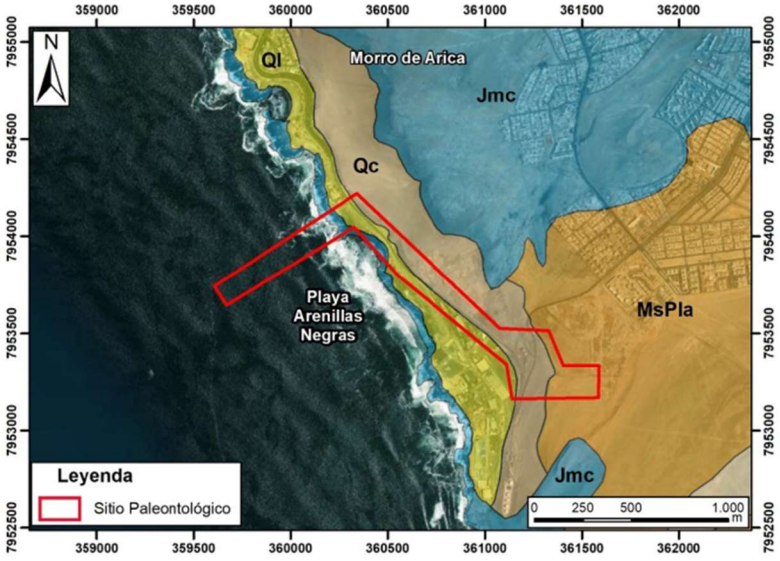
En particular, los restos fósiles se encuentran contenidos en la llamada Formación Camaraca, que aflora naturalmente en el sector. Esto significa que las capas de roca donde se alojan los fósiles están expuestas a la vista, producto de procesos naturales como la erosión del mar y el viento. Por esta razón, fue posible identificar los fósiles directamente mediante recorridos sistemáticos en superficie, sin necesidad de realizar excavaciones exploratorias. Los hallazgos se agruparon según su cercanía espacial, conformándose finalmente en un solo polígono paleontológico, el cual se detalla a continuación junto con los puntos de control en el área del proyecto.

Figura. Distribución de los puntos de control (DA01 a DA04).



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Figura. Sitio Paleontológico registrado en el área del Proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En arqueología, los restos culturales pueden encontrarse enterrados bajo depósitos de arena, tierra o rellenos recientes, por lo que muchas veces es necesario hacer pozos de prueba para verificar si existen evidencias bajo la superficie. En paleontología la situación es distinta: los fósiles se encuentran dentro de la roca misma, no en el suelo suelto, y su presencia depende del tipo de formación geológica existente.

En este caso, como la unidad fosilífera estaba visible y claramente identificada, no era metodológicamente necesario realizar pozos adicionales para confirmar su existencia. Además, realizar "pozos" en roca consolidada no es equivalente a un sondeo arqueológico. Implica intervención más invasiva, uso de herramientas especiales e incluso maquinaria. Aquí, en cambio, el potencial paleontológico ya estaba confirmado en superficie.

Por esta razón, la estrategia adoptada no fue excavar de manera preventiva, sino implementar medidas de control durante la ejecución del proyecto. Es decir, se establecieron como CAV: i) un monitoreo paleontológico semanal durante las excavaciones y; ii) movimientos de tierra y charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). El primero consiste en realizar charlas de inducción a todos los trabajadores antes de iniciar las obras y cada vez que se incorpore una nueva empresa contratista. En estas charlas se explica qué es el patrimonio paleontológico, por qué es importante protegerlo y qué hacer en caso de encontrar un fósil durante los trabajos. De esta forma, se busca evitar daños accidentales y asegurar que cualquier hallazgo sea informado y manejado adecuadamente.

El segundo compromiso corresponde a un monitoreo paleontológico semanal durante las excavaciones y movimientos de tierra en las zonas con potencial fosilífero. Este monitoreo será realizado por un profesional especialista, quien revisará el material removido y dejará registro formal de cada visita. En caso de detectarse nuevos restos fósiles, se aplicará un protocolo específico de acción y se informará a la autoridad correspondiente.

Cabe señalar que los fósiles registrados en la línea de base presentan, en general, un estado de conservación regular a deficiente y muchos de ellos se encuentran retrabajados o fragmentados por la acción natural del mar y la erosión. Además, los hallazgos se localizaron principalmente en superficie o en material ya erosionado, no en contextos enterrados intactos.

Para la fase de construcción, considerando este escenario acerca del estado de conservación observado, la exposición superficial de los restos y la implementación de medidas preventivas y de control durante la construcción, el Titular concluyó que el Proyecto no genera un impacto significativo sobre el componente paleontológico (Anexo 3.13 de la Adenda Excepcional), ya que se establecen mecanismos claros para su resguardo y manejo oportuno en caso de nuevos hallazgos.

Para la fase de operación (cuando la planta ya está funcionando), se revisó si las actividades normales del Proyecto podrían afectar el patrimonio paleontológico. Esta revisión consideró tareas típicas como funcionamiento de equipos y mantenciones habituales. Con esa revisión se concluyó que en operación no se hacen excavaciones, no se remueven rocas ni se interviene el terreno en los sectores donde podrían existir fósiles. En otras palabras, una vez construida la obra, el proyecto funciona sobre infraestructura ya instalada y no vuelve a intervenir el suelo o las rocas. Por esta razón, en la fase de operación no se identificó un impacto sobre paleontología, ya que no existe una acción del proyecto que genere esa afectación. En consecuencia, no correspondió evaluar el impacto (porque no se genera), y tampoco fue necesario definir medidas de mitigación, compensación o reparación, ni compromisos voluntarios

adicionales, ni un plan especial de emergencias y contingencias para esta fase respecto a esta componente.

En definitiva, los antecedentes presentados por el Titular respecto del patrimonio cultural del Proyecto permitieron identificar los hallazgos existentes, así como evaluar los eventuales riesgos de afectación. En el caso de la arqueología, se confirmó que existe un sitio con mayor relevancia (SA-01), donde podrían verse afectados restos asociados a antiguas ocupaciones humanas. Por esta razón, el Proyecto reconoció ese impacto como significativo y definió medidas concretas y obligatorias para proteger, rescatar y documentar adecuadamente ese patrimonio antes y durante la construcción, todo bajo supervisión de especialistas y con control directo del Consejo de Monumentos Nacionales. A continuación, se detallan los impactos relacionados con las partes y obras del proyecto:

1. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Instalación de Faenas PEAM.
2. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Marítimas - Tramo Terrestre.
3. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Instalación de Faenas PTOI.
4. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Anexas.
5. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Terrestres.

En los demás sectores arqueológicos identificados, los restos se encontraron mayormente removidos, mezclados o en superficie, producto de intervenciones anteriores. Aun así, el proyecto incorporó medidas de rescate, monitoreo permanente, cercos de protección, señalización visible y capacitación obligatoria a todos los trabajadores, asegurando que cualquier hallazgo sea tratado con el cuidado que corresponde. Las medidas, cuyo detalle se pueden consultar en el Anexo 2.3 de la Adenda Excepcional, son las siguientes:

1. Medida de Mitigación N°1: Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada).
2. Medida de Mitigación N°2: Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva).
3. Medida de Mitigación N°3 – Monitoreo Arqueológico Permanente.
4. Medida de Mitigación N°4 – Charlas de Inducción Arqueológica Mensual.
5. Medida de Mitigación N°5 – Señalización, cercado provisorio y barrera física de sitios y hallazgos arqueológicos.

Además, se establecieron planes para actuar frente a hallazgos no previstos, incluyendo la detención inmediata de obras y la notificación a la autoridad competente, llamado, Riesgo: "*Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico*", en la fase de construcción. A su vez, el titular comprometió la implementación de dos compromisos ambientales, para asegurar el resguardo de este recurso, cuyo detalle se puede consultar en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria. Estos son:

1. Mural informativo y/o estructura interpretativa en fase de construcción, cuyo objetivo es promover la educación patrimonial y reforzar la protección de los hallazgos arqueológicos y/o elementos patrimoniales protegidos por la Ley N° 17.288 presentes en el área del proyecto.

2. Folleto informativo e inducción al personal de mantención en fase de operación, cuyo objetivo es prevenir la afectación del patrimonio arqueológico presente en sectores aledaños al proyecto durante la fase de operación, mediante la entrega de información clara y la prohibición expresa de intervenciones de subsuelo fuera del área autorizada.

En el caso del patrimonio paleontológico, los fósiles identificados se encuentran en formaciones rocosas expuestas y presentan, en general, un estado de conservación regular a bajo, muchos de ellos fragmentados por procesos naturales. Considerando su condición superficial y la naturaleza de las obras, se determinó que el proyecto no genera un impacto significativo sobre esta componente. No obstante, igualmente se establecieron compromisos preventivos, como monitoreo paleontológico durante la construcción y charlas de inducción a los trabajadores, para asegurar que cualquier nuevo hallazgo sea protegido y reportado oportunamente. Estos son:

1. Charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Ver Cuadro 7.14 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).
2. Monitoreo Paleontológico cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Paleontológico) (Ver Cuadro 7.15 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Finalmente, respecto a la fase de operación, cuando la planta ya esté funcionando, se concluyó que no se realizarán excavaciones ni intervenciones del suelo en los sectores con valor patrimonial. Por ello, no se generan impactos significativos en esta fase. Aun así, el proyecto incorporó medidas preventivas adicionales, como inducciones al personal de mantención y procedimientos específicos ante eventuales emergencias (Riesgo: “Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico” en la fase de Operación), reforzando el compromiso de resguardar el patrimonio cultural en el tiempo.

En síntesis, el Proyecto no desconoce la presencia de patrimonio cultural en el área, razón por la que presentó una serie de medidas para su protección, rescate y manejo adecuado, con supervisión especializada y control de la autoridad competente en la materia. De esta manera, se pretende que el desarrollo del Proyecto sea compatible con el cuidado y respeto del patrimonio cultural del sector.

54. Observante: Zarey Eliana Sanhueza Godoy

Observación N° 137:

Impactos no significativos según Aguas del Altiplano: Dentro de la presentación que ejecuta Aguas del altiplano con respecto al proyecto de la desalinizadora, se postula como daño no significativo el impacto que habrá sobre el ecosistema tanto terrestre como marino, el valor paisajístico y valor turístico que otorga la playa arenillas negras. Teniendo en consideración que esta playa en especial nos ofrece una diversidad abundante de flora y fauna nativa de la zona, me parece insólito que el proyecto no considere relevante el impacto y las consecuencias que conllevan a la instalación de una desalinizadora que como es de conocimiento público si ocasionaran un daño significativo en el ecosistema.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres

(Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

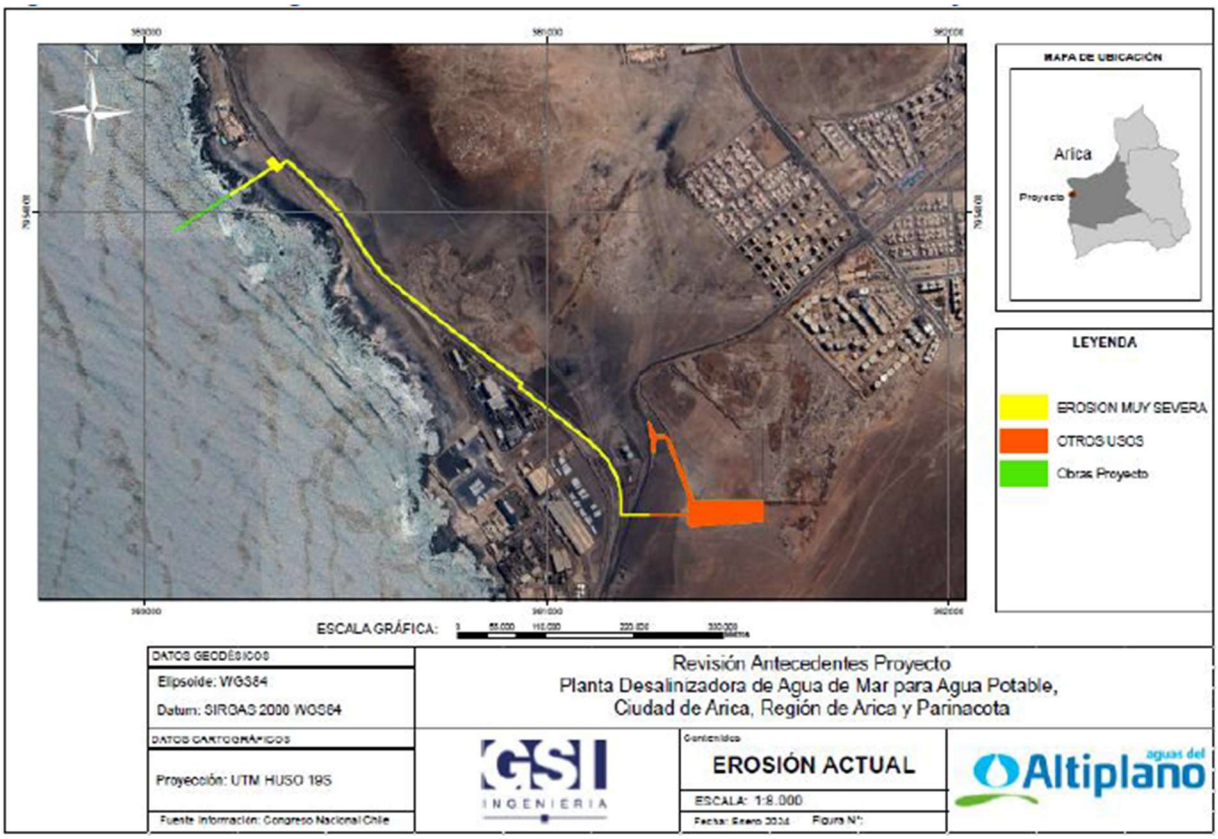
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

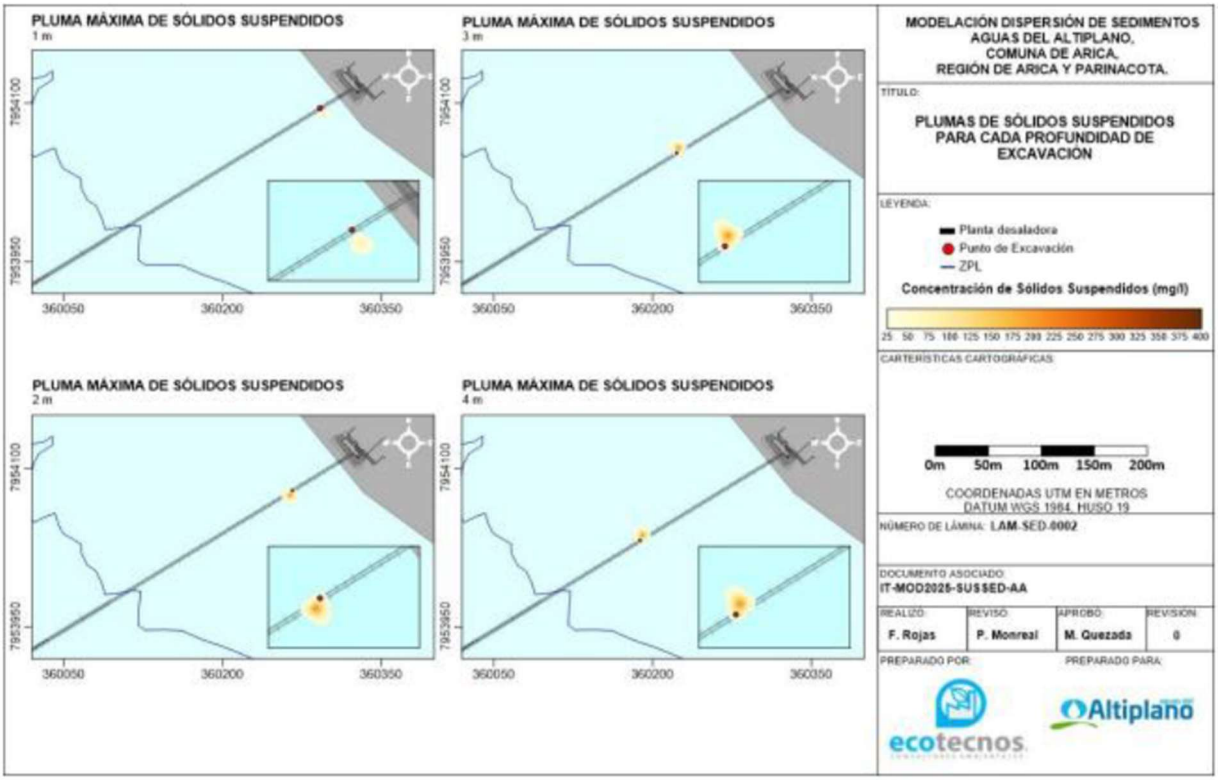
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

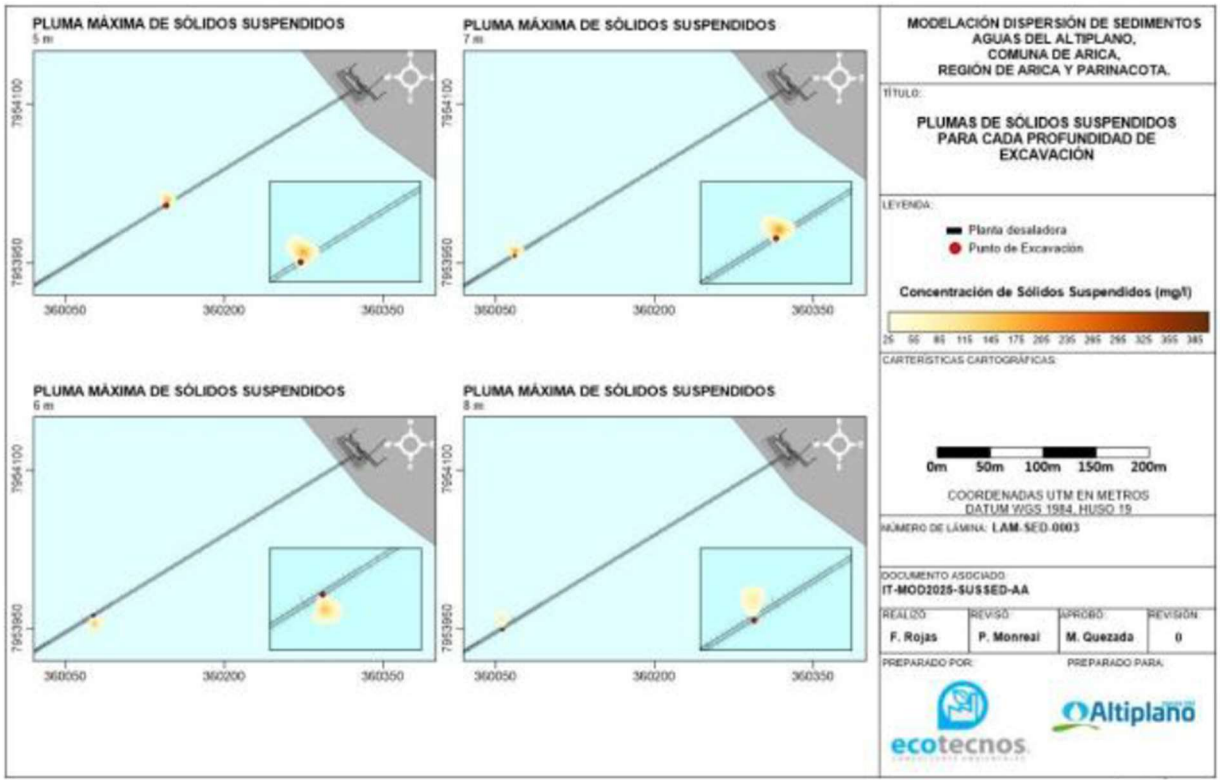
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico32

32 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Figura, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Figura: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual33

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

33 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

3. 29,5 [m] para actividades de perforación;

4. 34,3 [m] para actividades de dragado;

5. 533 [m] para actividades de embarcación;

6. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

7. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

8. 2 [m] para actividades de perforación;

9. 3 [m] para actividades de dragado;

10. 11 [m] para actividades de embarcación;

11. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

12. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

13. 613,17 [m] para actividades de perforación

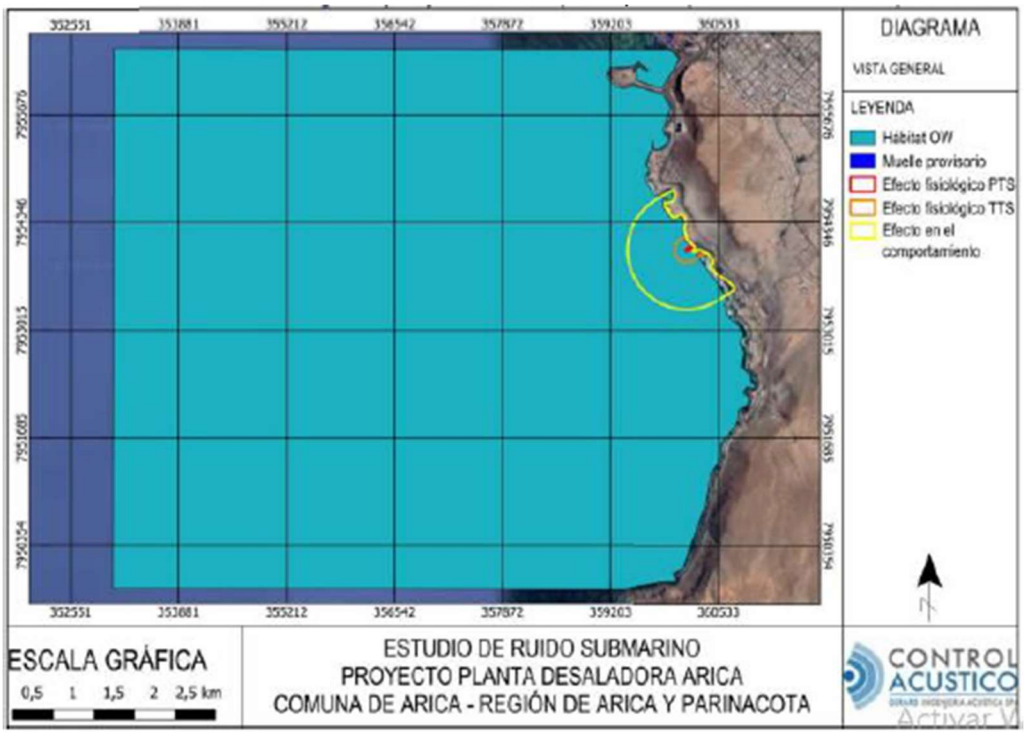
14. 730,36 [m] para actividades de dragado;

15. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

16. 3094 [m] para actividades de tronaduras

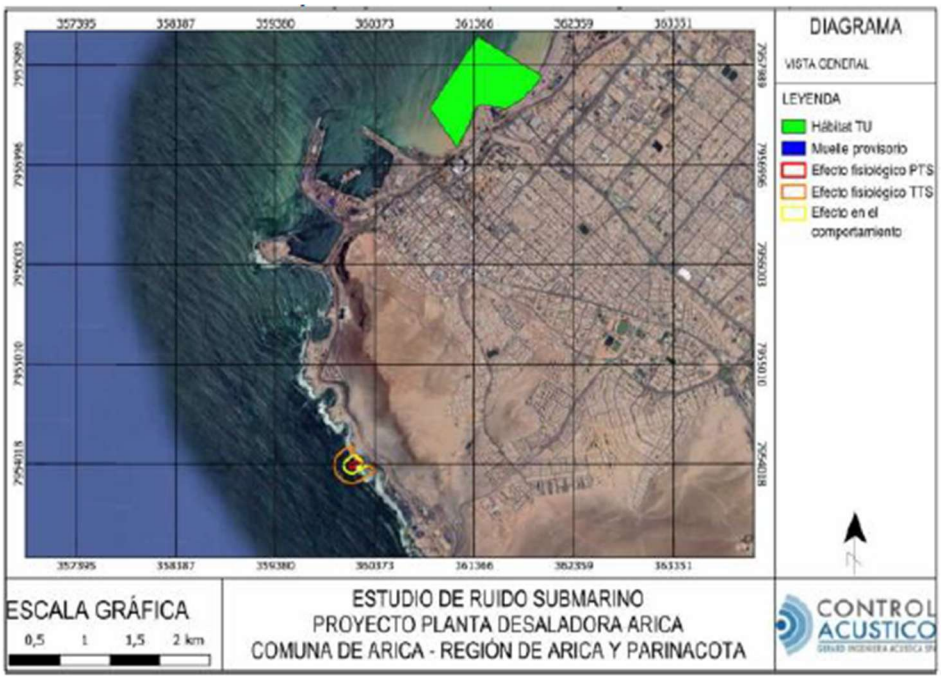
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



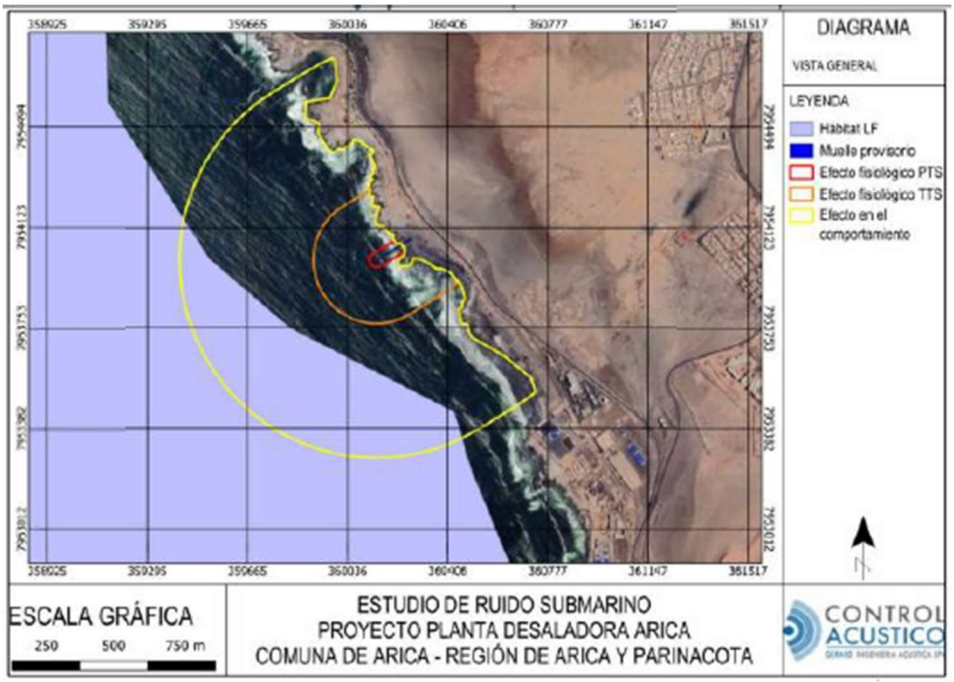
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

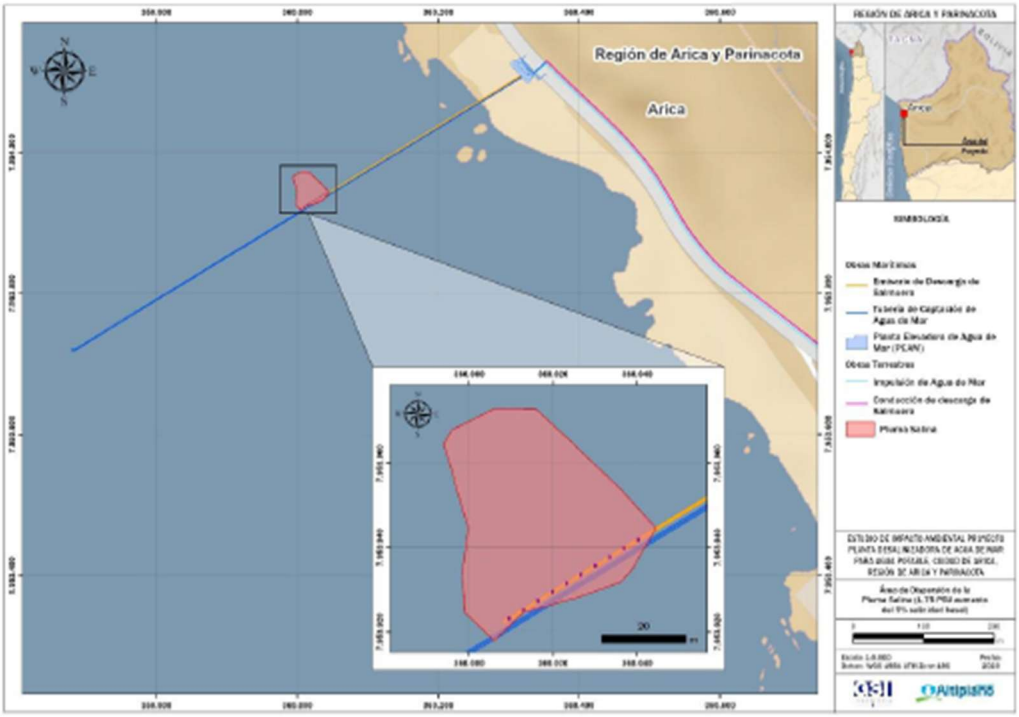
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

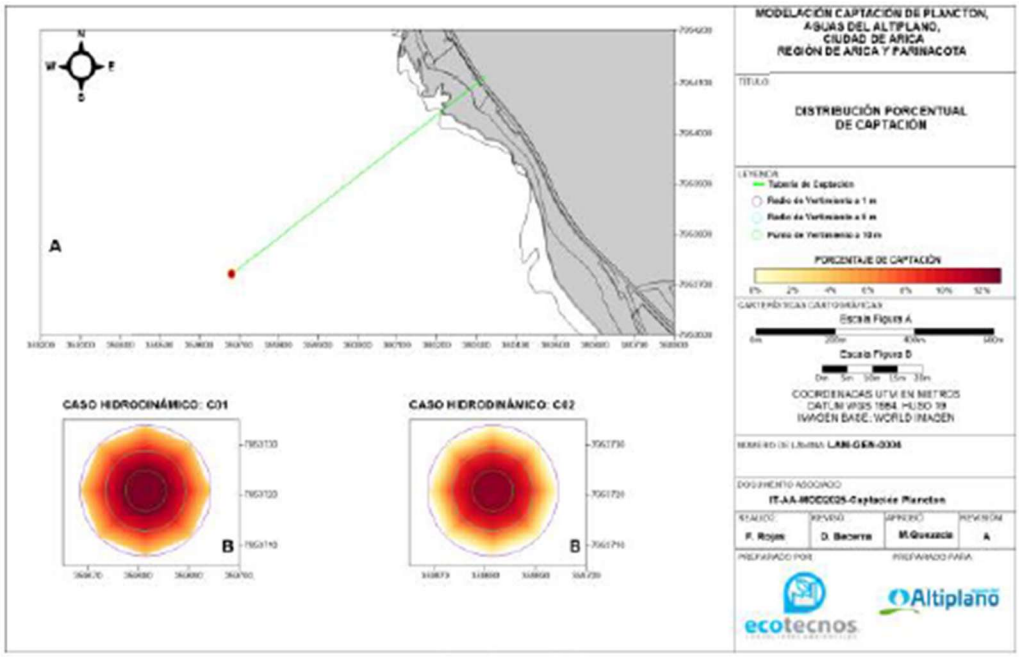
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 138:

Consecuencias a largo plazo de la desalinizadora: Con respecto al impacto medio ambiental que ocasiona hay que considerar igualmente que las desalinizadoras requieren el uso de una gran cantidad de energía, lo cual tiene de aumentar la huella de carbono. Además, se generarán residuos salinos que alteran el ecosistema costero, impactando la industria pesquera.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto, durante la fase de operación, realizará manejo de productos químicos vinculado directamente con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Los principales productos considerados corresponden a ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono.

Tabla: Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año	2 m³	Estanque
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año	1 m³	IBC
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año	3 m³	Estanque
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año	5 m³	Estanque
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año	1 m³	IBC
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año	1 m³	IBC
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año	1 m³	IBC

Fuente: Cuadro N° 2.58, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

El ácido sulfúrico se utilizará para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³.

El cloruro férrico se utilizará como reactivo asociado a la coagulación durante el tratamiento, con un consumo aproximado de 418 kg/día, equivalente a 0,30 m³/día, un suministro anual estimado de 78,5 m³ y un almacenamiento máximo de 3 m³.

El antiincrustante se utilizará para prevenir la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, considerando aproximadamente 115 kg/día, equivalentes a 0,06 m³/día, con un suministro anual de 16,3 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El hipoclorito de sodio será utilizado como bactericida para el proceso de producción de agua y para la protección de membranas, filtros y tuberías. Se consideran aproximadamente 9 kg/día, equivalentes a 0,08 m³/día, un suministro anual de 21,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El metabisulfito de sodio se utilizará en el tratamiento asociado al sistema de membranas, con un consumo aproximado de 48 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 8,6 m³ y una capacidad máxima de almacenamiento de 1 m³.

El hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH en el postratamiento, particularmente cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

Finalmente, el dióxido de carbono se utilizará durante el proceso de remineralización del agua desalada, junto con los contactores de calcita, permitiendo restituir calcio y ajustar las características fisicoquímicas del agua producto. Se considera un consumo aproximado de 518 kg/día, equivalente a 0,63 m³/día, un suministro anual de 165,3 m³ y un estanque de almacenamiento de 5 m³.

La distribución espacial de estas sustancias responde directamente a los procesos en los cuales son utilizadas. En consecuencia, los reactivos no se concentran en una única bodega de sustancias peligrosas, sino que se emplazan próximos a sus respectivos puntos de dosificación, dentro de las áreas de proceso de la PTOI.

De acuerdo con las características de las sustancias utilizadas y los residuos generados, los recursos naturales renovables que podrían presentar una exposición ante una pérdida accidental de contención corresponden principalmente al suelo y al medio acuático, pudiendo derivarse secundariamente efectos sobre flora o fauna cuando éstos dependan de dichos medios.

El mecanismo de afectación terrestre requeriría que una sustancia química o residuo líquido abandonara su sistema primario de almacenamiento y alcanzara posteriormente el terreno natural.

Sin embargo, los principales almacenamientos líquidos considerados para la operación incorporan dos niveles sucesivos de confinamiento: el recipiente o estanque primario y un sistema secundario de pretiles o retención. Adicionalmente, éstos se emplazan sobre losas o superficies de hormigón y áreas lavables.

En consecuencia, un fallo aislado del recipiente principal no determina por sí mismo una descarga al suelo. Para que se produzca una interacción efectiva con dicho recurso debería ocurrir adicionalmente una pérdida o superación del sistema secundario de contención, configurándose así una situación de contingencia y no una condición propia del manejo normal de las sustancias.

La misma lógica se verifica respecto de los residuos peligrosos, cuyo almacenamiento temporal se efectúa sobre una superficie impermeabilizada y provista de retención de derrames.

La configuración actual del Proyecto contempla el almacenamiento de ácido sulfúrico y cloruro férrico en el patio norte del pretratamiento; los IBC de hipoclorito de sodio y metabisulfito de sodio asociados al pretratamiento; el antiincrustante próximo a la unidad de ósmosis inversa; el hidróxido de sodio en el sector de postratamiento; el estanque de dióxido de carbono asociado a la remineralización; y sectores específicos para el almacenamiento temporal de residuos.

Esta configuración mantiene los productos dentro de áreas de proceso habilitadas y funcionalmente asociadas a sus respectivos puntos de utilización, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames. La localización de los almacenamientos no genera nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables.

Estas precisiones de emplazamiento no modifican la naturaleza del manejo evaluado ni generan nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables. Por el contrario, la definición actual permite verificar que los productos se emplazan dentro de áreas de proceso habilitadas y asociados funcionalmente a los puntos donde son utilizados, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames.

Asimismo, la cantidad total de sustancias peligrosas almacenadas durante la operación se mantiene inferior a 30 toneladas, y la instalación considera recintos y sistemas de contención secundaria para su almacenamiento.

La operación normal de la PTOI no contempla almacenamiento masivo de combustibles, dado que su suministro energético será fundamentalmente eléctrico. El uso de combustibles durante la operación se restringe a cantidades menores vinculadas al transporte de insumos y residuos y a equipos móviles de mantención.

Tabla: Vías potenciales de afectación y medidas de control

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Almacenamiento de reactivos líquidos	Rotura o pérdida de estanque/IBC	Suelo	Derrame y eventual infiltración	Contención secundaria ≥110%, losa de hormigón, superficies lavables
Dosificación de reactivos	Falla de conexión, bomba o tubería	Suelo	Liberación localizada de producto químico	Inspección, mantenimiento, control operacional y procedimientos de contingencia
Bodega RESPEL	Fuga desde recipiente contaminado	Suelo	Escurrimiento o infiltración	Bodega impermeabilizada, losa antiderrame, retención

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
				1,5 veces el volumen almacenado
Manipulación de combustible en construcción	Derrame accidental	Suelo	Contacto directo con terreno	Almacenamiento controlado y materiales absorbentes
Obras marítimas	Derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas	Agua de mar y biota acuática	Liberación directa al medio marino	Cierre de válvulas, detención de bombeo, barreras y absorbentes
RSD y residuos asimilables	Caída, dispersión, olores, vectores o escurrimiento	Suelo, fauna	Contacto o dispersión desde área de acopio	Contenedores herméticos, piso lavable, techumbre, desratización y retiro programado

Fuente: Cuadro N° 2.64, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Durante la operación, si bien el uso de reactivos es continuo debido a su integración al proceso de desalación, éstos se almacenan en volúmenes acotados, dentro de instalaciones industriales habilitadas y próximas a sus respectivos puntos de utilización, reduciendo los requerimientos de manipulación y traslado interno.

En los reactivos líquidos, la existencia de estanques o IBC cerrados, pretiles con capacidades de retención de al menos el 110% del volumen almacenado y superficies de hormigón constituye una barrera física entre las sustancias y el suelo. En consecuencia, no existe una vía de contacto directo con el recurso suelo durante el manejo normal de los productos.

Los residuos peligrosos y no peligrosos tampoco serán dispuestos directamente sobre el terreno, sino que serán almacenados temporalmente en instalaciones diferenciadas, sobre superficies especialmente acondicionadas, y posteriormente retirados mediante gestores autorizados.

En el medio marino, una liberación accidental podría generar contacto inmediato entre la sustancia derramada y el agua de mar. Este mecanismo se encuentra asociado principalmente a contingencias durante la construcción de las obras marítimas y cuenta con medidas específicas destinadas a detener la liberación, limitar su dispersión y recuperar el producto.

Por consiguiente, si bien la utilización y manejo de productos químicos y residuos constituye una fuente potencial de interacción con los recursos naturales renovables, las condiciones de manejo definidas para el Proyecto permiten evitar una exposición permanente o sistemática de éstos. Las eventuales vías de afectación identificadas corresponden fundamentalmente a situaciones accidentales y se encuentran

controladas mediante sistemas de contención, superficies impermeables o lavables, segregación de residuos, inspección, mantenimiento y procedimientos específicos de contingencia y emergencia.

En virtud de lo anterior, no se prevé que la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias genere una alteración significativa de la calidad, cantidad, disponibilidad o capacidad de regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto señala en su Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Contingencias y Emergencias, considera medidas en torno a Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES).

Tabla: Derrame y/o RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Riesgo o Contingencia	Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES)
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de construcción y operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	17. Bombas de alta presión – Área Planta de Osmosis Inversa 18. Descarga de salmuera – Área Planta de Osmosis Inversa 19. Filtro autolimpiante y Ultrafiltración – Área de Pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de RILES, que puedan afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes: **Área Planta de Osmosis Inversa** 20. Se realizará muestreo y medición periódica o semanal de RILES, para el cumplimiento del DS

Riesgo: Derrame de RILES	
	90/2000 del MINSEGPRES (tabla 5) 21. Se realizará monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga de RILES. 22. Se realizará mantenimiento preventivo de elementos de monitoreo, medición y control, tales como: válvulas de control, medidores de caudal, pH, conductividad eléctrica, y temperatura. 23. Se realizará mantenimiento preventivo de emisario submarino 24. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la operación segura de la descarga de aguas residuales a través del emisario submarino 25. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad de la planta de osmosis inversa **Sector Pretratamiento.** 26. Los filtros autolimpiantes cuentan con un diseño y construcción conforme a estándares nacionales e internacionales. El monitoreo de presión se realiza desde la sala de control para detectar posibles alteraciones de los parámetros de operación.
	Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	27. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 28. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas

Riesgo: Derrame de RILES	
	de mantenimiento preventivo. 29. Registro sobre el permiso o autorización de descarga de RILES en el medio marino.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a una situación de emergencia por derrame de RILES, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 30. En el caso de un derrame mayor en la Planta de Osmosis Inversa, o el área de pretratamiento o filtración asociado a RILES producto de limpieza química o agua de descarte a emisario submarino, el Jefe de Emergencia solicita al personal de operación la detención de la Planta de Osmosis Inversa, hasta establecer la causa del derrame y tomar las acciones correctivas para normalizar su funcionamiento 31. Los estanques de limpieza química disponen de un sistema de canalización hacia trincheras frente a un posible rebalse o derrame 32. En el caso de una liberación de salmuera, se deberá suspender temporalmente la descarga al emisario submarino, hasta corregir la posible falla o rotura de la tubería si fuera el caso. 33. En el caso que ocurra una falla o rotura de la tubería se realizará un monitoreo en la zona, de los RILes, de los sedimentos y de la biota marina, realizando una comparación de los resultados respecto a lo informado en la Línea Base, Planes de Vigilancia Ambiental existentes y normas de calidad secundarias internacionales de referencia. 34. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la

Riesgo: Derrame de RILES	
	implementación de medidas de contención, en el caso de un derrame de salmuera, tales como el almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación para su posterior descarga o traslado a un sitio autorizado para su tratamiento
	35. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la limpieza del sector afectado por el derrame de RILES, una vez controlada la emergencia.
	36. La emergencia se dará por terminada una vez que los organismos externos con competencia dicten que la emergencia ha sido controlada (en caso de contar con su apoyo), y que el Titular realice las acciones necesarias para la recuperación del nivel operacional.
	37. Una vez superada la emergencia, se deben revisar las condiciones de seguridad de las instalaciones, antes de autorizar la recuperación del nivel operacional.
	38. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento.
Forma de control y seguimiento	39. Simulacro de emergencia según programa anual
	40. Auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual
	41. Informe de emergencia
	42. Registro sobre autorización sanitaria para la descarga de RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso,será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra b) , Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Observación N° 139:

Impactos sobre tradiciones familiares y actividades recreativas: En cuanto a la principal tradición familiar que se verá afectada durante la construcción de la desalinizadora, tenemos lo que es acampar, realizar actividades recreativas en la costa, como bodyboard, buceo, recolección de mariscos, paseos en familia, deportes al aire libre, entre otros. Las cuales no podrán llevarse a cabo durante los 30 meses de construcción.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que las tradiciones familiares y actividades recreativas que se desarrollan en Arenillas Negras, esto es, acampar, el bodyboard, el buceo y la recolección de mariscos, y los paseos en familia y deportes al aire libre, se verían impedidas durante toda la construcción de la planta. Sobre el uso del sector, el expediente registra que el camping de verano corresponde a un uso desarrollado por familias de la comuna de Arica por más de siete décadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), que dos escuelas de surf desarrollan clases para niños y adolescentes durante el período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.17) y que siete organizaciones de pesca artesanal desarrollan actividades en el área marítimo-costera vinculada al Proyecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp. 7.24-7.26). Es sobre esa base que esta Dirección Regional analiza qué ocurre con cada una de estas actividades durante la construcción, primero respecto de la duración de las obras y luego en el mismo orden en que la observación plantea las actividades.

Respecto de la duración de la construcción, el expediente distingue entre la duración total de la fase de construcción y la duración de las actividades que efectivamente interactúan con los usos del borde

costero, precisando que la primera es distinta de la segunda (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.21). Durante la construcción, la intervención que se mantiene presente en la playa de manera continua corresponde a la instalación de faenas, cuya superficie disminuye progresivamente conforme finalizan las distintas actividades, mientras que las demás actividades constructivas que interactúan con la playa, como las excavaciones, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, y las obras marítimas, se concentran en etapas específicas de la secuencia constructiva (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). Las tronaduras, además, fueron reprogramadas para ejecutarse entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera de los meses de verano, con una duración de 20 minutos cada una (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). En consecuencia, la extensión total de la construcción corresponde a una presencia de obras que varía en intensidad y superficie según la etapa, y las actividades del sector pueden seguir desarrollándose durante ese período en los términos que se describen a continuación.

El camping de Arenillas Negras corresponde a un uso desarrollado por familias de la comuna de Arica por más de siete décadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Evaluado este uso conforme al artículo 7 del D.S. N°40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se estableció que la programación de las tronaduras entre abril y septiembre del primer año de obras mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y el acopio de materiales de la construcción, que ocupa 1,10 hectáreas durante el primer verano y 0,48 hectáreas durante el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Esto significa que el campamento puede seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción, y la superficie original se recupera al término de las obras.

Sobre esta misma actividad, el Titular ofrece un Compromiso Ambiental Voluntario, es decir, una medida que asume por iniciativa propia, denominado "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", que contempla la constitución de una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y la disposición de hasta cuatro baños químicos durante los meses de diciembre a febrero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). El expediente contempla, además, una franja preventiva exterior al cierre perimetral de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de carpas y campistas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.38). Para asegurar la continuidad del uso del territorio por parte de los campistas, esta Dirección Regional establece como condición, dentro de la instalación de faenas, una franja de dos metros previa al muro del cierre perimetral, reservada como espacio libre de trabajo, y, fuera de ella, una franja de tres metros delimitada con cinta de peligro en todo su perímetro; que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la coordinación con la comunidad se sostiene en la mesa de trabajo del Compromiso Ambiental Voluntario “Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras”, con una antelación mínima de

30 días antes de cada período estival para su primera reunión y acta de acuerdos, y en el protocolo de avisaje complementado por la condición que establece esta Dirección Regional.

Sobre el bodyboard, que se practica en el mismo sector que el surf, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores donde se practican estos deportes respecto del buffer marino de seguridad: una franja de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas, de 745 metros de longitud y 75.500 metros cuadrados, activa de forma continua entre los meses 4 y 14 de construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), ambos fuera de la superficie del buffer (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105); y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Considerando los tres sectores, esta Dirección Regional concluye que los tres quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y que estas actividades se mantienen en sus mismos sectores durante toda la construcción. Se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano, las obras marítimas ya estarán finalizadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), incluidos beneficiarios de la Aldea SOS (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.193). Este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

Sobre el buceo y la recolección de mariscos, la instalación de las tuberías submarinas requiere el mismo buffer de seguridad, activo entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya intersección con el área de recolección de orilla se estima entre 0,62 y 0,72 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52). Durante cada una de las cinco tronaduras submarinas se aplica además una zona temporal de evacuación marina de aproximadamente 114,9 hectáreas, frente a unos 1.503,5 metros de costa, por los 20 minutos que dura cada evento, limitada al mar, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Durante la construcción, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. En relación con esta actividad, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla un aporte, por una única vez, de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca y entregado durante los primeros quince meses de la construcción (Adenda Complementaria

Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Sobre los paseos en familia y las demás actividades al aire libre que la observación menciona, el expediente nombra a los paseantes, junto a campistas, surfistas, pescadores y recolectores de orilla, entre quienes deben mantenerse fuera de los radios de seguridad de las obras durante la construcción (Adenda Complementaria, p.313). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, Playa Arenillas Negras constituye un espacio de encuentro comunitario que se mantiene durante la construcción: se reduce temporalmente la superficie disponible, el acceso a la orilla se mantiene por el norte, en el sector Pavicic, y por el sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), y las actividades que se desarrollan en la playa continúan en el mismo lugar durante toda la construcción. En la fase de operación, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Respondiendo en el orden en que se plantearon los puntos de la observación, la duración total de la construcción es distinta del tiempo en que las obras interactúan con la playa, ya que las actividades de mayor intervención se concentran en etapas acotadas y las tronaduras se ejecutan fuera de los meses de verano; el camping podrá continuar desarrollándose durante ambos veranos de construcción, con una superposición de la instalación de faenas del 20% y del 10% del territorio usado por los campistas y con los resguardos adicionales exigidos; el bodyboard y el surf continúan practicándose, porque los sectores donde se practican se ubican fuera del corredor de exclusión, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización; el buceo y la recolección de mariscos enfrentan una restricción temporal y parcial de acceso al mar, correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad puede continuar en la misma playa, con aviso previo, el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje; y los paseos en familia y demás actividades al aire libre se mantienen en el mismo lugar, con acceso a la orilla por el norte y por el sur, y con acceso libre durante la operación.

55. Observante: Victor Marcelo Sandoval Acevedo

Observación N° 140:

¿Qué medidas tomarán respecto de la temperatura de las aguas que son devueltas al mar? Ya que al devolver el agua con una temperatura distinta al mar este provocaría efectos negativos para algunas de las especies que se encuentran en esta zona (mariscos, locos y algunas especies de peces).

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado por el titular en la Parte 2 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, las plantas de ósmosis inversa (OI), como la modalidad utilizada en este proyecto, generan salmueras con mayor concentración de sales, pero con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante.

Adicionalmente, en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional el Titular establece un Plan de Vigilancia Ambiental, como parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios presentados en el Anexo 7 de la Adenda Excepcional, que tiene como objetivo definir los procedimientos para monitorear las condiciones ambientales del Proyecto, permitiendo garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección. Para la pluma salina se controlarán temperatura, salinidad/conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de determinar la fiabilidad de los modelos de pluma salina y de sedimentos para que estos no superen los impactos definidos en el estudio.

Considerando lo anterior, no se tomarán medidas respecto a la temperatura de las aguas que son devueltas al mar, en tanto no generan impactos en el medio marino.

Observación N° 141:

Que efecto tiene la construcción de la desaladora hacia el chungungo: La construcción de la desaladora afectaría en el hábitat del chungungo especie que ya se encuentra en peligro de extinción según I.U.C.N. y por el C.I.T.E.S.ya que esta será un hábitat que tiene presencia de esta especie.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, en cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).* Particularmente, el chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018.

Esta especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Respecto a la construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto "Efecto adverso sobre los mamíferos marinos", tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios. Este considera las medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos. Sin embargo, no se contemplan medidas específicas para el chungungo.

Observación N° 142:

Que pasara con las personas que acampan en verano: ya que hay muchas familias que ocupan esta playa para sus paseos de verano ya que no tienen condiciones monetarias para poder salir a otros lugares. Esta playa no solo se utiliza para acampar, sino que también para sacar algunos alimentos para familias sin tantos recursos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación pregunta qué pasará con las familias que acampan en Arenillas Negras durante el verano, muchas de las cuales ocupan esta playa para sus paseos estivales porque sus condiciones económicas les impiden salir a otros lugares, y señala que la playa también se utiliza para obtener alimentos para familias con menos recursos. Para responder, se presenta primero cómo el expediente reconoce estos usos y, luego, qué ocurre con el camping y con la obtención de alimentos del mar, distinguiendo en cada caso la construcción y la operación del Proyecto.

El expediente reconoce ambos usos. El camping corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). La caracterización del medio humano registró que la conexión con la playa viene desde "el tiempo de los abuelos", que la playa es un lugar de esparcimiento y de extensión de la vida familiar, y, según una de las dirigentes de la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, que para las familias y los socios de esa agrupación es el lugar disponible para vacacionar y recrearse, "un lugar donde la familia se encuentra" (Adenda Complementaria, p.162). Esa misma caracterización registró, según lo informado por sus dirigentes, que varios miembros de la agrupación son también recolectores de orilla y que del borde costero obtienen alimentos y recursos como pulpos, almejas y piure (Adenda Complementaria, pp.159-160).

Sobre las familias que acampan en verano, durante la construcción, el análisis propio de esta Dirección Regional, realizado conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, con independencia de la calificación del Titular, estableció que la reprogramación de las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, a un período comprendido entre abril y septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54), mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece en la playa es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), que ocupa 1,10 hectáreas durante el primer verano y 0,48 hectáreas durante el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86), y el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). Esto significa que las familias pueden seguir acampando y desarrollando sus paseos de verano en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de

la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Durante la operación, el camping y los paseos familiares pueden seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la superficie de playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre la obtención de alimentos del mar, durante la construcción la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Este buffer coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodearlo para llegar a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas implican una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la recolección puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella la obtención de alimentos. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca" contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la recolección de orilla, y con ella la obtención de alimentos del mar, puede seguir desarrollándose.

Puesta en contexto la situación de estas familias, el expediente reconoce que Arenillas Negras es, desde hace más de siete décadas, el lugar de veraneo, encuentro y recreación de familias de la comuna de Arica, y también un lugar donde se obtienen alimentos del mar. Durante la construcción, las tronaduras se ejecutan fuera del verano y la única restricción en la playa es la instalación de faenas, que se superpone con el 20% del territorio usado por los campistas en el primer verano y con el 10% en el segundo, de modo que las familias pueden seguir acampando en el mismo lugar, con el compromiso de apoyo en condiciones de habitabilidad, las franjas que exige esta Dirección Regional y la condición sobre el Área

de Secado y la Zona de Acopio. La obtención de alimentos enfrenta una restricción temporal de acceso al mar que corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo; durante esa restricción, el recurso se mantiene y la recolección puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, el acceso a toda la playa se mantiene libre para acampar y para obtener alimentos del mar.

Observación N° 143:

Que efectos tendrá en los trabajadores del mar, ya que en esta playa hay una variedad de fauna marina y es la fuente de ingresos de estas personas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación consulta qué efectos tendrá el Proyecto en los trabajadores del mar, considerando que Arenillas Negras alberga una variedad de fauna marina que constituye su fuente de ingresos. Para responder, se presenta cómo el expediente caracterizó a estos trabajadores y a la fauna del sector y, luego, los efectos en la fase de construcción y en la fase de operación, primero sobre la fauna marina y después sobre el trabajo y los ingresos.

La evaluación identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220), cuyos dirigentes señalaron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas, con el pulpo del norte y la almeja como principales recursos (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). La variedad de fauna que menciona la observación también está registrada. En el intermareal rocoso, es decir, la franja de costa que la marea cubre y descubre, la campaña de verano de 2025 identificó 60 especies o grupos de organismos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.49). De acuerdo con el levantamiento de información realizado con las organizaciones de pesca, los recolectores de orilla extraen además el piure, el choro, los choritos, la cholga, el culengue y diversas almejas; la lapa y el locate; el erizo; la jaiba; y peces de roca como la cabrilla, el rollizo, la vieja y el pejeperro (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.68). La Línea de Base de Medio Marino, es decir, la descripción del medio marino en su condición previa al Proyecto, identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

En la fase de construcción, los efectos sobre la fauna marina son acotados. El hincado de pilotes del muelle provisorio, es decir, su instalación a golpes en el fondo marino, genera una remoción puntual de sedimentos en el entorno inmediato y limitada al periodo de las obras, sobre comunidades del fondo marino dominadas por especies con alta capacidad de recolonización (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.39, pp.3.48-3.49). La instalación de las tuberías altera esas comunidades de manera localizada, circunscrita al entorno inmediato de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.40, pp.3.49-3.50). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). Sobre los mamíferos marinos, el ruido de la instalación de pilotes y tuberías se emite en un área relativamente cercana a las obras y su efecto es de corto plazo, ya que cesa una vez realizadas las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadros N°3.42 y N°3.43, pp.3.51-3.53). La pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar, se mantiene confinada al entorno de la excavación, y el banco de choro zapato se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

En la misma fase, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella los ingresos de quienes trabajan en el mar. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

En la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros

de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610), y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Sobre la fauna marina, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En la misma fase terminan las restricciones de la construcción. La Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Así, la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos los ingresos de quienes trabajan en el mar, pueden seguir desarrollándose.

Al tenor de lo expuesto, los efectos del Proyecto en los trabajadores del mar se concentran en la fase de construcción y son temporales. En esa fase, los efectos sobre la fauna son acotados, con recolonización esperada en los sectores intervenidos, el banco de choro zapato a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos y cortina de burbujas y tiros falsos en las tronaduras. El trabajo continúa con una restricción temporal y parcial de acceso, correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la fase de operación, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, los efectos adversos sobre los organismos ensayados comienzan por sobre la salinidad que genera la descarga y un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación monitorea la fauna marina y el banco de choro zapato. Así, el trabajo en el mar puede seguir desarrollándose con acceso libre.

56. Observante: Isabel Martinez Gallardo

Observación N° 144:

Arenillas negras cuna de deportistas de alto rendimiento: El campar y permanecer en la playa fomenta el deporte en el mar y otras actividades al aire libre que ayuda a los jóvenes de situaciones de riesgo que hay en las poblaciones.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea dos aspectos sobre Arenillas Negras: su rol como cuna de deportistas de alto rendimiento, y la contribución que tiene el campamento y la permanencia en la playa al desarrollo del deporte y a la contención de jóvenes en situación de riesgo social. Ambos aspectos fueron reconocidos por la línea de base, es decir, la descripción del territorio y de su población en su condición previa al proyecto, y fueron parte de la evaluación del Medio Humano.

El uso deportivo y recreativo de Arenillas Negras, al igual que los demás usos del territorio identificados en el área de influencia, es decir, el espacio donde pueden manifestarse los efectos del proyecto, fue objeto de evaluación conforme al artículo 7 del D.S. N°40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que establece las circunstancias bajo las cuales un efecto del proyecto sobre la población o sus actividades debe calificarse como significativo. La circunstancia aplicable al camping y a la práctica de surf y bodyboard es la de la letra d) de dicho artículo, que dispone: "la dificultad o impedimento para el ejercicio o la manifestación de tradiciones, cultura o intereses comunitarios, que puedan afectar los sentimientos de arraigo o la cohesión social del grupo." Sobre esta base, con independencia de la calificación o el cálculo que para estos mismos efectos presentó el Titular, esta Dirección Regional desarrolló un análisis propio, construido a partir de las superficies, distancias, cronogramas y plazos que contiene el expediente.

Sobre el rol de Arenillas Negras como cuna de deportistas de alto rendimiento, la línea de base documentó la existencia de clubes deportivos de surf y bodyboard activos en el sector, entre los que se encuentra el Club Deportivo Bodyboard Pelao Guillén, que ha convocado a cerca de 1.500 personas asociadas y a partir del cual sus socios han formado cerca de siete clubes (Adenda Complementaria, p.166). Entre estas organizaciones, el Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y el Club Deportivo Chinchorro corresponden a las dos escuelas formales de surf que ejecutan actividades próximas al área de intervención del proyecto (Adenda Complementaria, p.169). En el segundo se inscriben anualmente entre 25 y 30 niños, en clases gratuitas apoyadas por siete u ocho instructores que van rotando (Adenda Complementaria, p.167), y es el club en el que se documentó el desarrollo deportivo de alto rendimiento al que alude la observación: se registra la participación de "un deportista que ha desarrollado actualmente una carrera profesional participando en competencias internacionales en países como Portugal, Brasil,

Perú, entre otros, obteniendo resultados positivos en múltiples eventos deportivos" (Adenda Complementaria, pp.286-287).

Respecto de la continuidad de esta práctica durante la construcción, el antecedente a considerar es la ubicación de los tres sectores donde se practican estos deportes respecto del buffer marino de seguridad, es decir, la franja de 50 metros de ancho a cada lado de las tuberías submarinas, con una superficie de 75.500 metros cuadrados, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros del buffer, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). El expediente consigna que el área de enseñanza y la ola izquierda quedan fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, por lo que la práctica y enseñanza de surf y bodyboard puede continuar desarrollándose en dichos sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105). Considerando los tres sectores, esta Dirección Regional concluye, sobre la misma base de análisis propio señalada, que los tres quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y que la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Dado ese margen más ajustado, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la práctica deportiva puede seguir desarrollándose desde ese momento (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla además, durante el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de ambas escuelas a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), entre ellos beneficiarios de la Aldea SOS (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.193). Esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

Sobre la contribución del campamento y la permanencia en la playa al desarrollo del deporte y a la contención de jóvenes en situación de riesgo social, el expediente consigna que estas escuelas atienden principalmente a niños, niñas y adolescentes vulnerables en sus derechos y en riesgo social, incluyendo a beneficiarios de la Aldea SOS y residentes de sectores como el Cerro La Cruz, y que utilizan el deporte como un vehículo de inserción social y un factor protector que inculca hábitos de salud y previene conductas de riesgo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.193). En el caso del Club Deportivo Chinchorro, las clases son gratuitas y cada año se inscriben entre 25 y 30 niños, principalmente provenientes del Cerro La Cruz (Adenda Complementaria, p.167). Aplicando el criterio de la letra d) señalado, esta Dirección Regional analizó qué ocurre con el campamento, que sostiene esta permanencia en la playa, durante la construcción del proyecto. El camping ocupa 5,48 hectáreas de superficie en Arenillas Negras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). La reprogramación del calendario de tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, terrestres y submarinas, a un período comprendido entre abril y septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54), mantiene disponible la playa durante ambos veranos para esta actividad, de modo que la única variación que se produce durante los períodos estivales

proviene de la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y el acopio de materiales de la construcción. Esta instalación representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas durante el primer verano y del 10% durante el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Sobre esa base, con independencia de la calificación del Titular para este mismo efecto, esta Dirección Regional concluye que el ejercicio de esta práctica y el arraigo territorial que representa para quienes la desarrollan se mantienen de forma continua durante ambos períodos estivales de la construcción.

Una vez concluida la construcción, en la etapa de operación el camping y la práctica de surf y bodyboard pueden seguir desarrollándose, con acceso a la totalidad de las 5,48 hectáreas de playa y de los tres sectores de oleaje utilizados en Arenillas Negras, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87; Adenda Complementaria, p.314).

De este modo, el rol de Arenillas Negras como cuna de deportistas de alto rendimiento fue reconocido a partir de antecedentes sobre los clubes y escuelas que la utilizan, y su contribución a la contención de jóvenes en situación de riesgo social fue documentada a través de la labor de las escuelas con niños, niñas y adolescentes en riesgo social, incluidos beneficiarios de la Aldea SOS, y del campamento que sostiene esa permanencia en la playa. Evaluados ambos usos conforme al artículo 7 del D.S. N°40/2012 y a partir de un análisis propio de esta Dirección Regional, se estableció que, durante la construcción, los tres sectores de oleaje quedan fuera del corredor de exclusión y la instalación de faenas se superpone con el 20% del territorio usado por los campistas en el primer verano y con el 10% en el segundo, con los resguardos ya señalados, y que ambas actividades pueden seguir desarrollándose durante esa etapa y una vez concluida.

Observación N° 145:

Arenillas negras un lugar de veraneo para familias ariqueñas: si se llega a instalar la desalinizadora no será lo ismo acampar en ese lugar por la contaminación y el daño al ecosistema.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea dos preocupaciones sobre la playa Arenillas Negras: en primer lugar, que la instalación de la planta desalinizadora afecte la posibilidad de acampar y disfrutar de la playa como lugar de veraneo para las familias de la comuna, y en segundo lugar, que la construcción y operación del proyecto contaminen y dañen el ecosistema marino del sector. A continuación se abordan ambos aspectos en ese orden.

El camping de Arenillas Negras corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Evaluado este uso conforme al artículo 7 del D.S. N°40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras, es decir, de las detonaciones controladas para fragmentar roca, a un período comprendido entre abril y septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54) mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y el acopio de materiales de la construcción, que ocupa 1,10 hectáreas durante el primer verano y 0,48 hectáreas durante el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Esto significa que el campamento puede seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Una vez concluida la construcción, en la etapa de operación el camping organizado y los usos individuales y familiares de esparcimiento pueden seguir desarrollándose, con acceso a la totalidad de la superficie de

playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

En cuanto a la preocupación por la contaminación y el daño al ecosistema marino, durante la construcción el proyecto contempla el dragado, es decir, la remoción de material del fondo marino, en el punto donde se instalarán las tuberías de captación y descarga. Esta actividad remueve un volumen total de 5.064 metros cúbicos de sedimento (Adenda Complementaria, p.142) y genera una pluma de sedimentos, es decir, una nube de partículas en suspensión en el agua. Según la modelación presentada, esta pluma se mantiene confinada al entorno inmediato del punto de excavación, con concentraciones siempre inferiores a 400 miligramos por litro, y el banco natural de choro zapato, es decir, el sector del fondo marino donde este molusco se concentra con densidad y extensión suficientes, se ubica a unos 44 metros del límite externo de la pluma modelada (Adenda Complementaria, p.152). Durante las faenas de dragado, cuyo monitoreo se desarrolla en un tiempo estimado de cuatro meses, se realiza además un monitoreo diario de los sólidos suspendidos totales, el oxígeno disuelto y la turbidez en la columna de agua; si se registra un valor superior a 380 miligramos de sólidos suspendidos por litro de agua, las faenas se suspenden de inmediato para evaluar la situación e implementar las medidas de control necesarias (Adenda Complementaria, p.681). Las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante; si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en ese sector la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51).

También durante la construcción, actividades como las tronaduras submarinas, el hincado de pilotes, es decir, su instalación a golpes en el fondo marino, y el tránsito de embarcaciones pueden generar ruido bajo el agua o interacciones que afecten a la fauna marina. Para prevenir estos efectos, el expediente contempla un conjunto de compromisos ambientales voluntarios: una cortina de burbujas de doble anillo, que rodea el sector a tronar y atenúa la propagación del ruido de las detonaciones (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12); tiros falsos previos a cada tronadura, para ahuyentar a la fauna móvil antes de la detonación efectiva (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10); un arranque suave o "soft start" en el hincado de pilotes, que aumenta gradualmente la energía del impacto durante 20 a 30 minutos para dar tiempo a la fauna de alejarse (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.7, p.7.12); la disuasión de lobos marinos dentro de una zona de restricción de 300 metros, liberada antes del ingreso de las maquinarias (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.3, pp.7.8-7.9); y un monitoreo de fauna marina con observadores capacitados y protocolos de detención ante la presencia de especies sensibles (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.5, pp.7.10-7.11). Se suma un Protocolo de Rescate de Especies Hidrobiológicas, con planes de manejo diferenciados para mamíferos marinos, aves marinas y costeras y reptiles marinos que pudieran verse afectados durante las obras (Adenda Complementaria, p.655).

En la etapa de operación, la planta capta agua de mar y descarga posteriormente la salmuera, es decir, el agua concentrada en sal que resulta del proceso de desalinización. En este proceso, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de

partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5) y cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

En cuanto al comportamiento de la salmuera en el mar, la salinidad natural del sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). En el 68% de los escenarios evaluados el aumento se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6), e incluso en el escenario más desfavorable, el exceso máximo, de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio realizadas sobre un copépodo y una microalga representativos del área, determinaron que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a partir de 40,54 psu, valor que se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10).

Sobre las especies que se extraen en el sector, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Este plan, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe

ejecutar durante la operación, monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, el plancton, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4 Plan de Vigilancia Ambiental, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, de modo que su frecuencia o sus parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Puestos en relación estos antecedentes, tanto el uso de la playa Arenillas Negras para acampar y veranear como el estado de su ecosistema marino fueron objeto de un análisis específico. En el camping, la instalación de faenas se superpone con el 20% del territorio usado por los campistas en el primer verano y con el 10% en el segundo, con el compromiso de apoyo al camping reforzado por esta Dirección Regional, y con acceso a la totalidad de la playa durante la operación. Durante la construcción, la pluma de sedimentos queda confinada al entorno de la excavación y sujeta a monitoreo diario, la intervención de las tronaduras se limita a una porción del afloramiento rocoso, con recolonización esperada, y la fauna marina cuenta con compromisos de resguardo y un protocolo de rescate. Durante la operación, los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso baja al 5% a 2,13 metros de la descarga y los efectos adversos de los bioensayos comienzan por sobre la salinidad que genera la descarga, condiciones que se verifican mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación, que incluye el monitoreo del banco natural de choro zapato.

Observación N° 146:

Este proyecto va a afectar la economía de los pescadores: el agua cambiara la temperatura va más salada y la vida del mar va a ir muriendo, no vera peces ni mariscos para los trabajadores del mar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto afectará la economía de los pescadores, porque el agua cambiará su temperatura y será más salada, y porque la vida del mar irá muriendo, con la consiguiente pérdida de peces y mariscos para los trabajadores del mar. Para responder, se presenta qué devuelve el Proyecto al mar, incluidos los productos químicos que utiliza la planta, y qué ocurre con la temperatura y la salinidad del agua, luego qué ocurre con los peces y mariscos, cómo se controla todo ello durante la operación y, finalmente, qué ocurre con el trabajo de los pescadores.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la única descarga al mar corresponde a la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del

proceso de desalinización, libre de sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56). En su proceso, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Se trata de agua de mar concentrada en sales, libre de sustancias tóxicas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5), que cumplirá con los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La salmuera se conduce por el emisario, es decir, la tubería que la devuelve al mar, que va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). En cuanto a la temperatura, la alteración que genera la descarga es localizada y mantiene los parámetros de temperatura de la zona (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.60).

En cuanto a la salinidad, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y se reduce con la distancia: baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). En el 68% de los escenarios evaluados, el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6).

Respecto de la vida marina, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso

máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Los peces del sector presentan una elevada movilidad, con patrones de abundancia dominados por la variabilidad estacional y la disponibilidad de hábitat (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.12). En la captación, es decir, la toma de agua de mar de la planta, la velocidad de succión queda bajo el límite de 0,15 metros por segundo, y el arrastre de organismos pequeños, como plancton, huevos y larvas, se concentra en el primer metro alrededor del punto de captación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62). Para la anchoveta, el análisis estimó una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales por este arrastre, en una región cuyo desembarque de anchoveta alcanzó 93.225 toneladas en 2023, de las cuales 93.187 corresponden a desembarque artesanal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). Sobre los mariscos, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan mide la salinidad y la temperatura en 22 estaciones y monitorea los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y, semestralmente, los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los peces se monitorean semestralmente mediante pesca submarina y vehículos submarinos operados a distancia (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.12). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En cuanto al efecto económico, durante la operación el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla, y con ellos los ingresos de quienes las desarrollan, pueden seguir desarrollándose en el sector.

Tomados en conjunto estos antecedentes, la única descarga al mar del Proyecto es salmuera, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la alteración que genera la descarga es localizada y mantiene los parámetros de temperatura de la zona. El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% y el exceso se reduce al 5% a 2,13 metros de la descarga. Los efectos adversos sobre organismos marinos comienzan a partir de 40,54 psu,

por sobre la salinidad que genera la descarga. Los peces presentan una elevada movilidad, el arrastre en la captación se concentra en su primer metro y el banco natural de choro zapato será monitoreado. Estas condiciones, incluida la temperatura, se verifican mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación. Así, con acceso libre durante la operación, los trabajadores del mar pueden seguir trabajando en Arenillas Negras.

Observación N° 147:

Este proyecto va a traer consecuencias negativas para el medio ambiente: Todo residuo que va a dar al mar contamina, cambiara el ph del agua lo que causara una muerte de la vida marina en todo ese sector costero.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

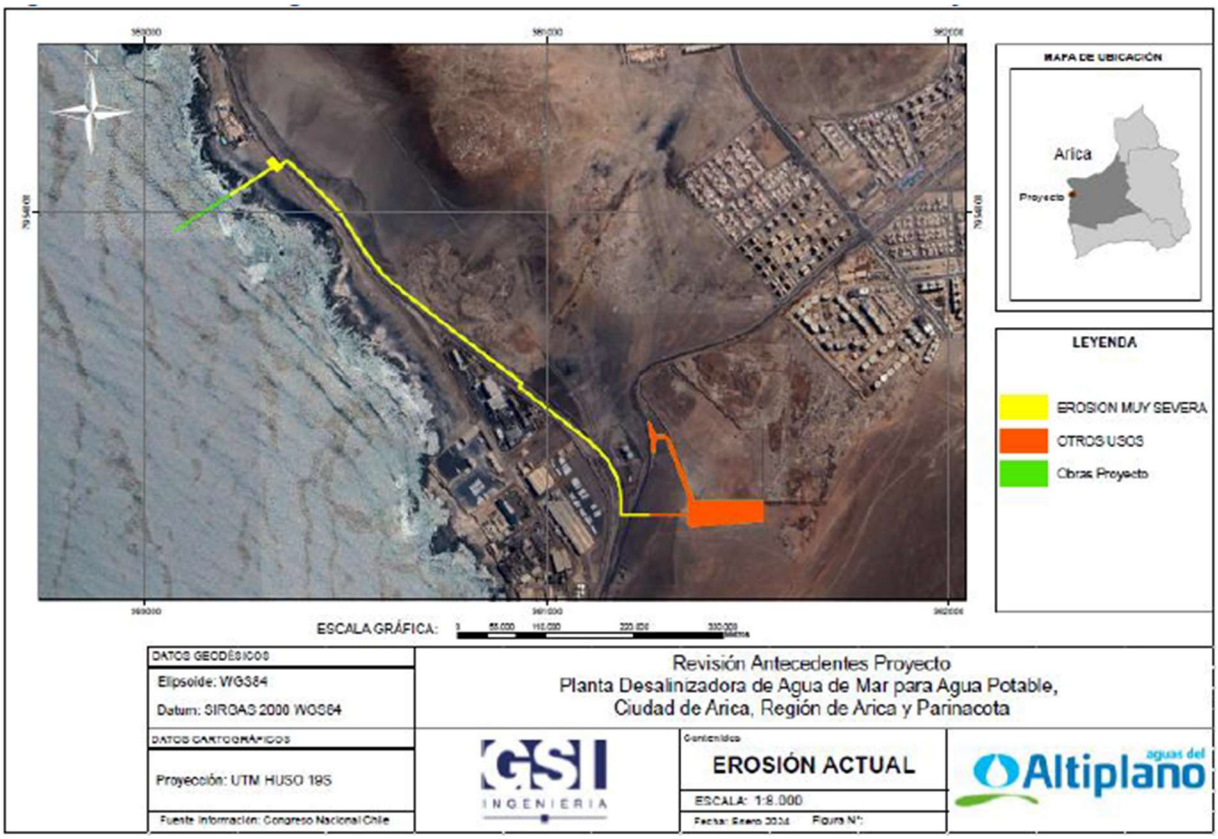
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente TAbla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

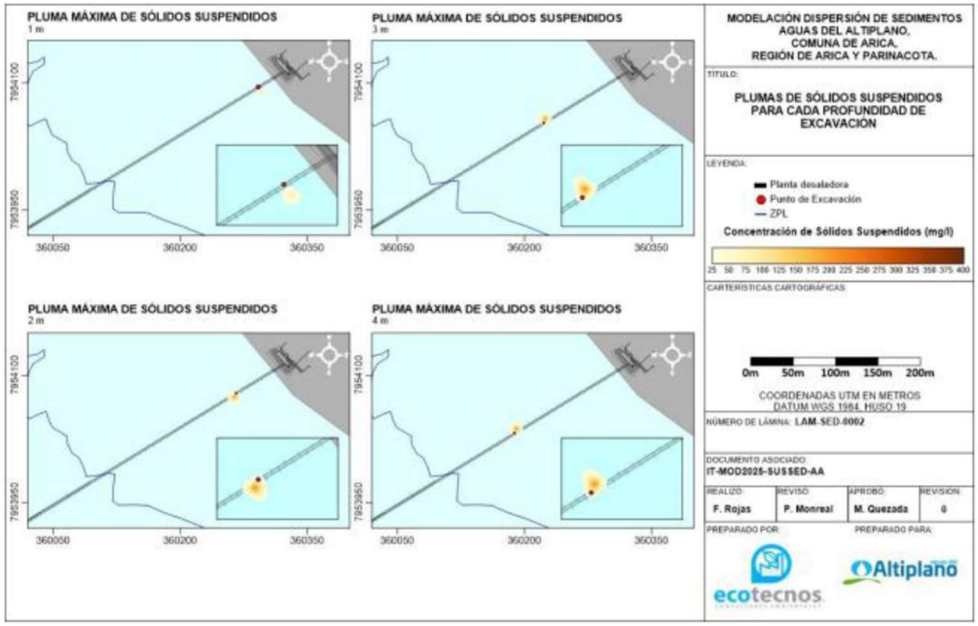
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

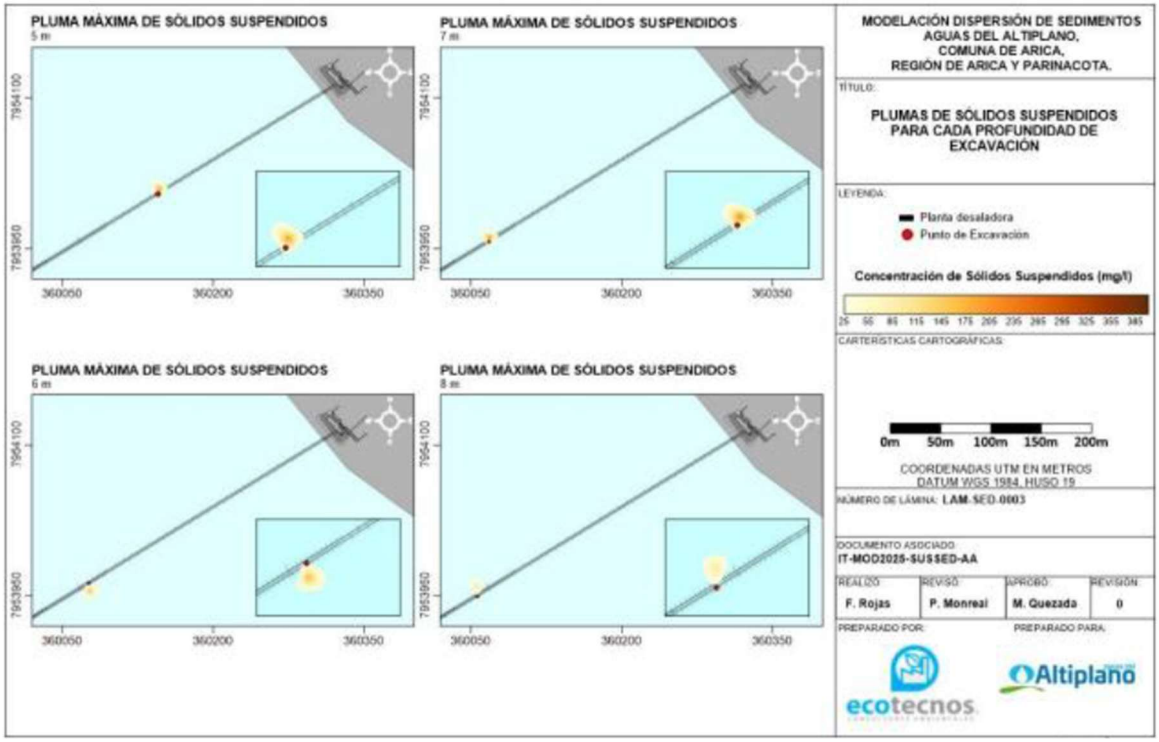
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Tabla: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico34

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

34 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual35

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

43. 29,5 [m] para actividades de perforación;

44. 34,3 [m] para actividades de dragado;

45. 533 [m] para actividades de embarcación;

46. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

47. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

35 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

48. 2 [m] para actividades de perforación;

49. 3 [m] para actividades de dragado;

50. 11 [m] para actividades de embarcación;

51. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

52. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

53. 613,17 [m] para actividades de perforación

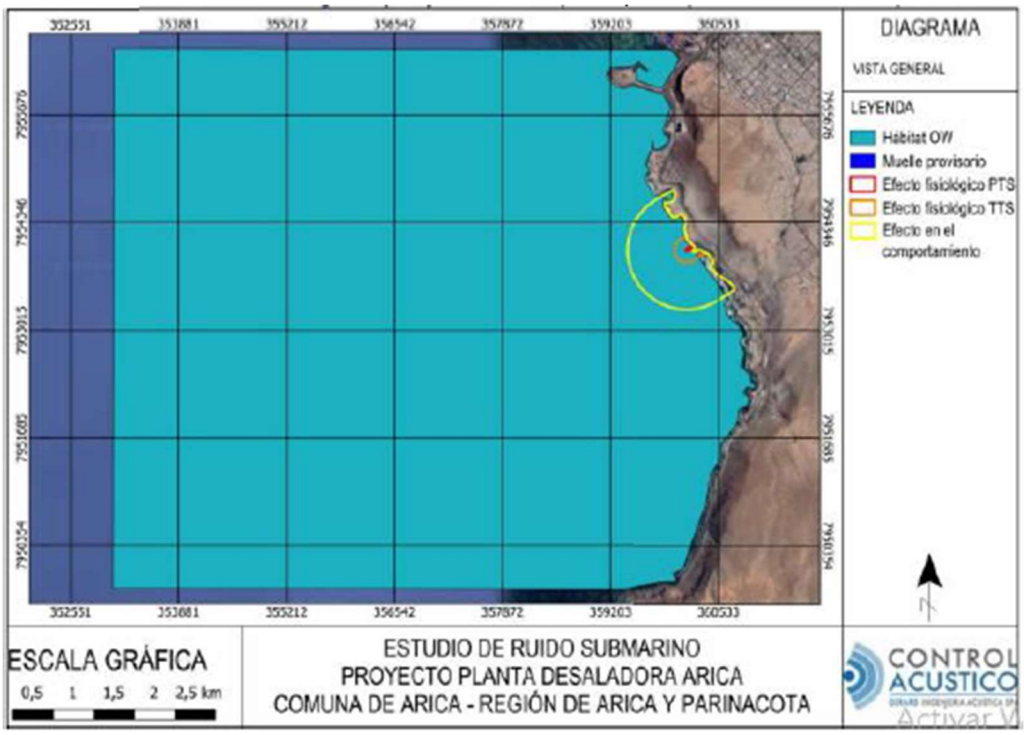
54. 730,36 [m] para actividades de dragado;

55. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

56. 3094 [m] para actividades de tronaduras

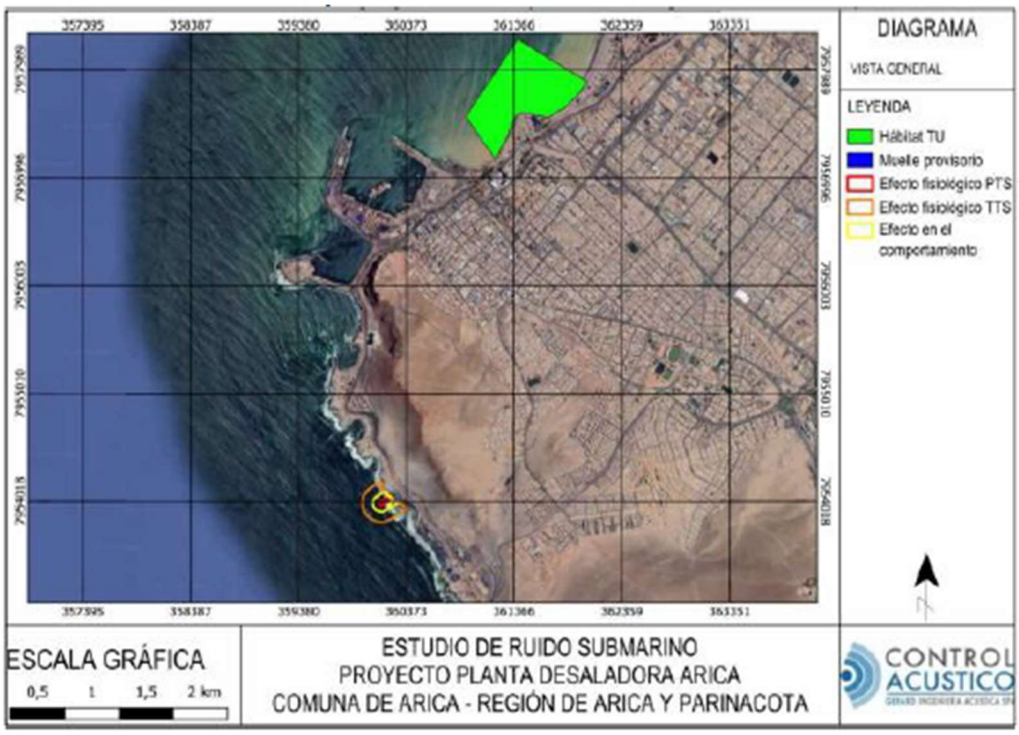
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



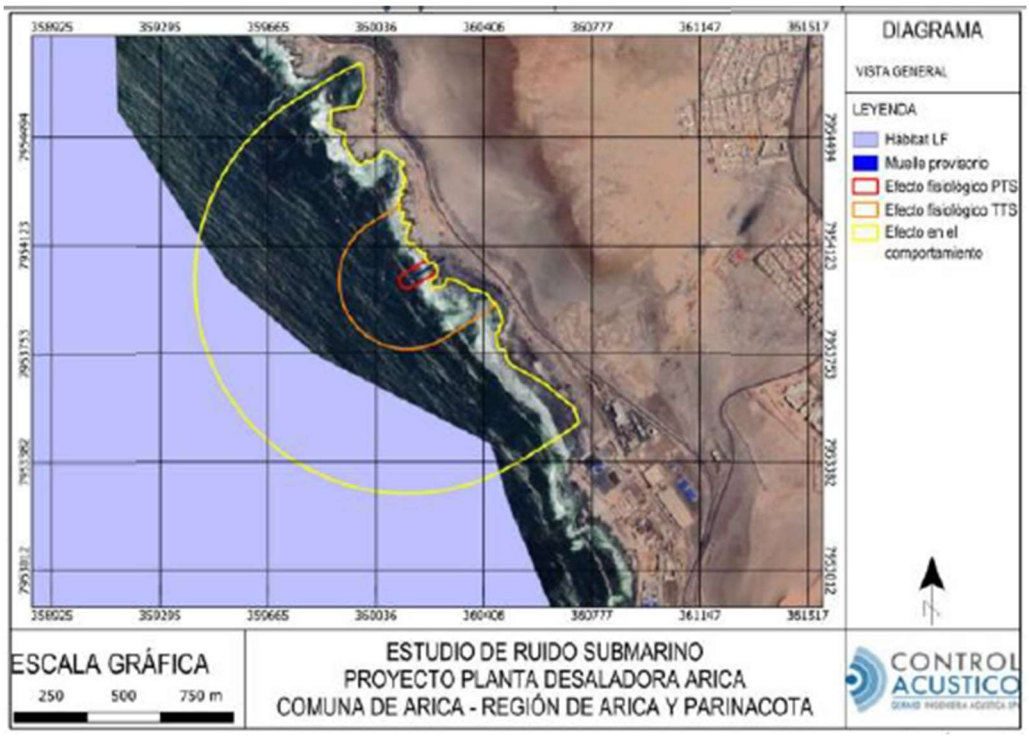
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

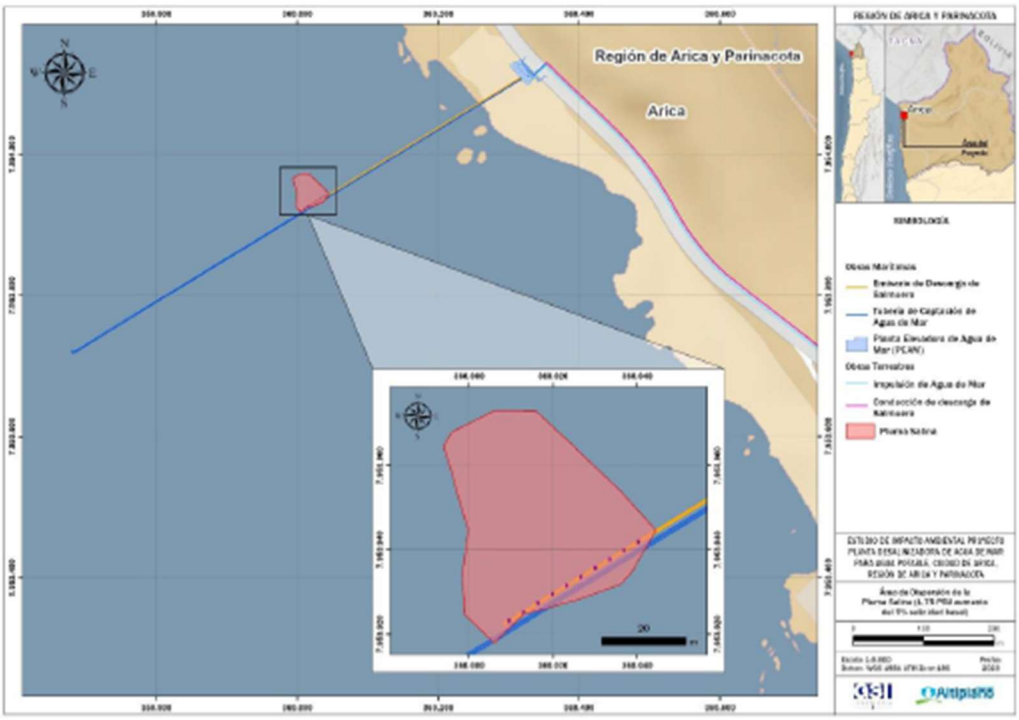
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

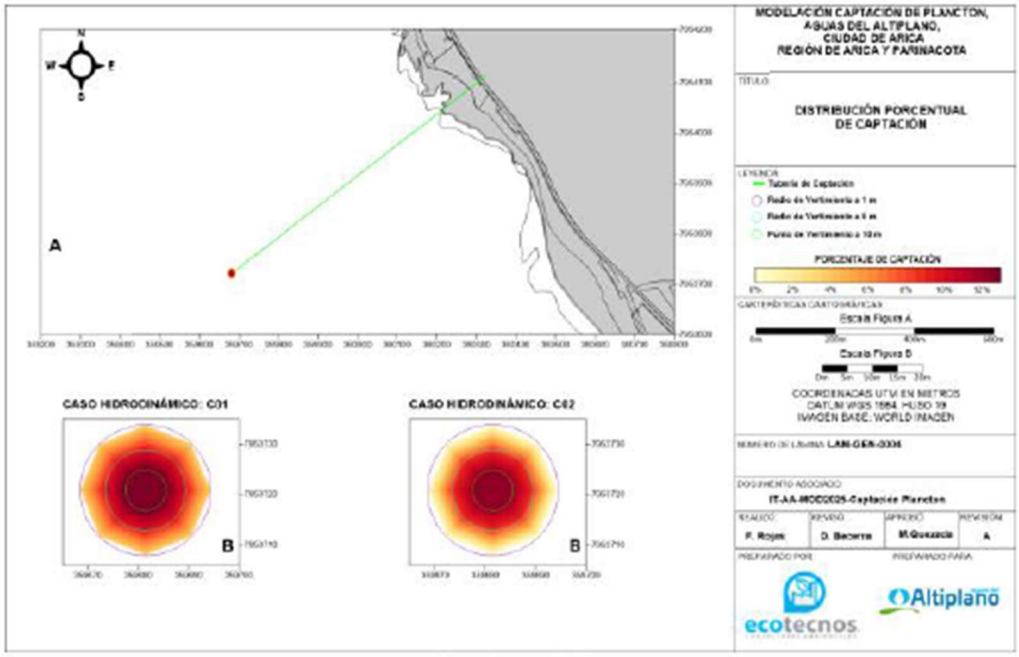
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

57. Observante: Isaac Palacios Vasquez

Observación N° 148:

Impacto a la fauna marina debido a la salmuera y otros químicos: La alta salinidad, el cloro y antiescalantes pueden afectar a la fauna marina como: fitoplancton y zooplancton; algas y pastos marinos; moluscos y crustáceos, peces (anchoveta), corales y esponjas, mamíferos marinos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

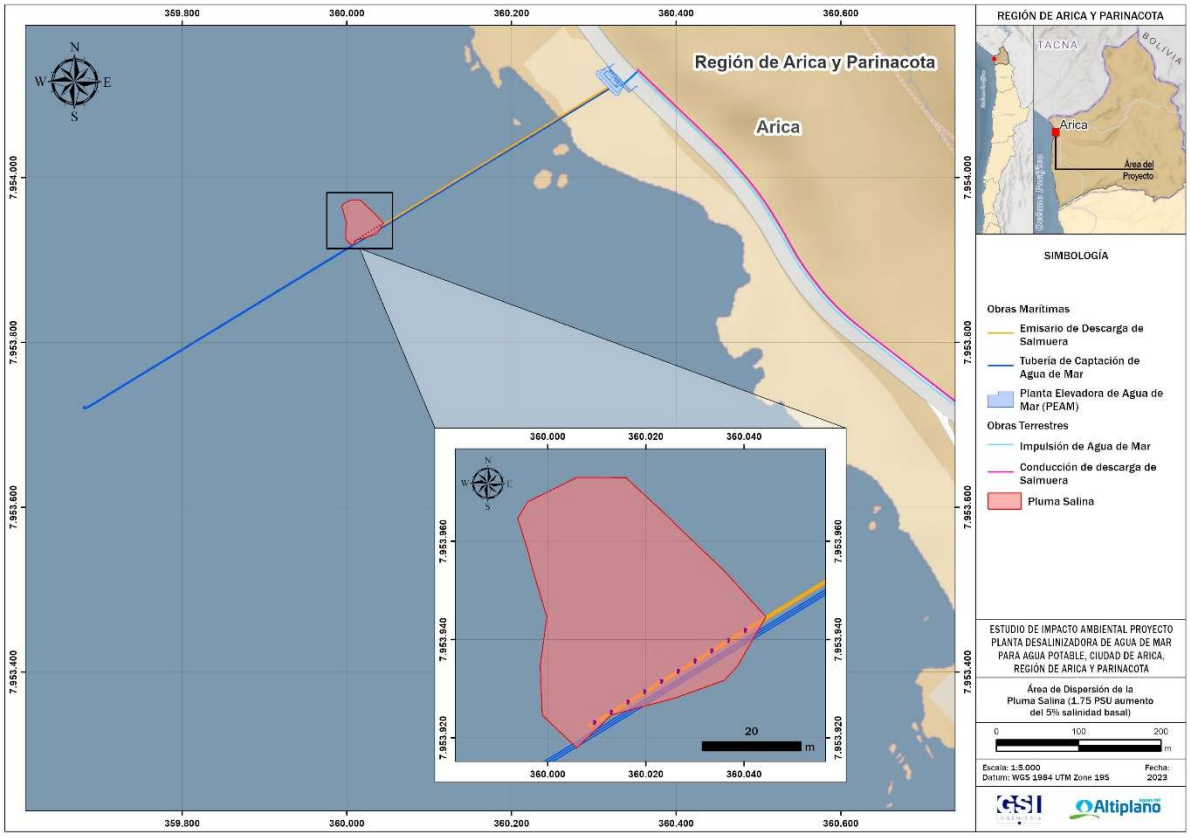
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

Por otra parte, la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 149:

Impacto en las olas utilizadas para la práctica del surf y bodyboard: ubicación de las olas en playas arenillas negras: 1) -18504937; -70,319897 2) -18,501318;-70,322779 3) -18,501299; - 70,323589 4) -18,507789; -70,318985 5) -18, 500382; - 70,32441

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación entrega las coordenadas geográficas de cinco puntos específicos utilizados para la práctica de surf y bodyboard en playa Arenillas Negras. A continuación se describe qué ocurre con los sectores de oleaje que identifica el expediente durante la construcción, incluida la condición del fondo marino que forma las olas, y durante la operación del Proyecto, qué ocurre con las escuelas de surf del sector y, finalmente, cómo se consideran las coordenadas entregadas.

Durante la construcción, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores donde se practican estos deportes respecto del buffer marino de seguridad, es decir, la franja de 50 metros de ancho a cada lado de las tuberías submarinas de captación y descarga, con una superficie de 75.500 metros cuadrados, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, terrestres y submarinas, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera de los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto del límite del buffer: el área de enseñanza, a 218,8 metros, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), ambos fuera de la superficie del buffer (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Evaluada esta actividad conforme al artículo 7 del D.S. N°40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se concluye que los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y que la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Dado ese margen más ajustado, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la actividad puede seguir desarrollándose (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18).

En cuanto a las olas mismas, el expediente identifica la morfología del lecho marino como el elemento fundamental en la caracterización del oleaje (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.156), y el método constructivo de las obras marítimas restringe la intervención al ancho necesario para las tuberías, mantiene las pendientes generales del fondo marino y circunscribe la alteración física a las franjas requeridas para las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.92).

El expediente identifica, además, la ola conocida como “El Rancio”, utilizada por diversos exponentes de bodyboard como una ola de transición, que se encuentra a 965 metros de distancia de las obras proyectadas, por lo que su acceso se mantiene y sus condiciones se conservan (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222). En la misma línea, el expediente precisa que las actividades de bodyboard que se realizan a un costado de Golden Omega se llevan a cabo aproximadamente a 900 metros de donde se proyecta la instalación de la Planta Elevadora de Agua de Mar, por lo que las obras asociadas mantienen sus atributos y el acceso a esa zona (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.228).

Concluida la construcción, en la etapa de operación, la práctica de surf y bodyboard puede seguir desarrollándose con acceso a todos los sectores de oleaje utilizados en Arenillas Negras, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre las escuelas de surf que funcionan en este sector, el Titular contempla, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), entre ellos beneficiarios de la Aldea SOS, es decir, niños, niñas y adolescentes vulnerables en sus derechos y en riesgo social (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.193). Esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

Respecto de las cinco coordenadas entregadas en esta observación, estas se tienen presentes como antecedente de los sectores de práctica de surf y bodyboard que la comunidad utiliza en Arenillas Negras, los que se analizan a partir de los sectores de oleaje que el expediente identifica y que se describen en esta respuesta: el área de enseñanza, la ola izquierda, la ola derecha y la ola "El Rancio".

Examinados estos puntos, la práctica de surf y bodyboard en los sectores de oleaje de Arenillas Negras puede continuar desarrollándose durante toda la fase de construcción del Proyecto, incluido el primer verano: el área de enseñanza, la ola izquierda y la ola derecha quedan fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, las tronaduras se ejecutan fuera de los meses de verano y la intervención del fondo marino mantiene sus pendientes generales; la ola "El Rancio" se encuentra a 965 metros de las obras, con su acceso y sus condiciones mantenidos; el sector más próximo a las obras, la ola derecha, cuenta con la condición de contar, antes de iniciar la construcción, con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización; las escuelas de surf que trabajan con niños, niñas y adolescentes de la Aldea SOS cuentan con un resguardo que condiciona cualquier traslado al consentimiento expreso de sus responsables; y en la operación la actividad puede seguir desarrollándose en todos los sectores.

Observación N° 150:

Impacto a la salud de los deportistas, buzos, pescadores y bañistas: La alta salinidad, antiescalantes, agentes de limpieza y desinfectantes pueden afectarnos en: 1)Irritación a la piel y ojos. 2) Ingestión de los químicos. 3) Contaminación microbiana

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación nombra cuatro elementos, la alta salinidad, los antiescalantes, los agentes de limpieza y los desinfectantes, y plantea que podrían producir tres efectos sobre la salud de los deportistas, buzos,

pescadores y bañistas que usan el mar en el sector: irritación a la piel y los ojos, ingestión de sustancias químicas y contaminación microbiana. Para responder, se explica primero qué es cada uno de esos elementos, dónde se usa y qué ocurre con él antes de la descarga al mar, y luego se abordan los tres efectos en el orden en que la observación los plantea.

La salinidad se refiere a la cantidad de sal que tiene el agua de mar. El proceso de desalinización hace pasar el agua de mar a presión a través de membranas que retienen la sal y dejan pasar el agua dulce, y el agua que se devuelve al mar, llamada salmuera, queda con más sal de la que tenía originalmente. Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, que es el proceso de separación de la sal mediante membranas descrito, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Los antiescalantes que menciona la observación corresponden al antiincrustante, y los desinfectantes, principalmente al hipoclorito de sodio. Los agentes de limpieza corresponden al sistema de limpieza en el lugar (CIP, por su sigla en inglés), que lava por dentro las membranas de osmosis inversa; las soluciones de este lavado pasan por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78).

El expediente declara que la salmuera mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y que está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). Esta agua se descarga de forma continua por un emisario submarino, es decir, la tubería que conduce la descarga hacia el mar, de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de 8 difusores, es decir, las boquillas por donde sale la descarga, distribuidas cada 4 metros (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80; Adenda Complementaria, p.804). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, la franja de mar más próxima a la costa que la normativa resguarda de forma especial (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). Los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada,

ejecutados en marea llenante y vaciante, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Sobre la irritación a la piel y los ojos, en cuanto a los productos químicos, estos se neutralizan o transforman antes de la descarga, como se describió. En cuanto a la salinidad, la salinidad natural del sector es de entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de esa salinidad natural, de forma estable en los 12 años simulados, entre 2012 y 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y en el 68% de los escenarios evaluados el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). La descarga cumplirá, además, los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), lo que se verifica con un monitoreo semanal antes de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56).

Sobre la ingestión de sustancias químicas, el expediente señala que, con el cumplimiento de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, los parámetros de la descarga se encontrarán bajo los límites establecidos, y que se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en la fase de operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25).

Sobre la contaminación microbiana, el hipoclorito de sodio se utiliza para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y para la protección de membranas, filtros y tuberías (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145), y se neutraliza en el pretratamiento (Adenda 1, p.58). El expediente declara, además, que la salmuera está libre de agentes biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas y la fauna íctica, es decir, los peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), y sus resultados se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes a cada campaña (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Ante un eventual derrame de residuos líquidos, rige además un Plan de Emergencias y Contingencias, que contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de los residuos líquidos, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y

temperatura antes de la descarga y la capacitación del personal, y, ante un derrame mayor, la detención de la Planta de Osmosis Inversa y la canalización del derrame hacia trincheras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52).

Recapitulando, respecto de la irritación a la piel y los ojos, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera se descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL, con un aumento promedio de salinidad bajo el 1%, un exceso que baja al 5% a 2,13 metros y una dispersión hacia sectores alejados de la costa, y cumplirá la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000. Respecto de la ingestión de químicos, la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, y el expediente descarta riesgo a la salud de la población asociado al agua en la fase de operación. Respecto de la contaminación microbiana, el hipoclorito de sodio se utiliza para el control bacteriológico y se neutraliza en el pretratamiento, y la salmuera queda libre de agentes biológicos nocivos. Estas condiciones se verifican mediante un Plan de Vigilancia Ambiental que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la operación, junto con un Plan de Emergencias y Contingencias ante eventuales derrames.

Observación N° 151:

Un uso más ecológico con la salmuera sobrante del proceso: Optar por darle un uso más ecológico y amigable con el medio ambiente y no devolverlo al mar con el fin de reducir el impacto al mínimo: Procesos alternativos para la salmuera 1) Evaporación solar 2) Cristalización y recuperación de sales 3) Uso en la construcción y agricultura

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto al uso más ecológico de la salmuera, en la Parte 8 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, se señala que se opta por una descarga controlada de la salmuera al mar mediante emisarios submarinos con difusores avanzados. Este sistema asegura que la salmuera se disperse uniformemente, diluyéndose rápidamente en el agua y evitando efectos adversos en el ecosistema marino. En este sentido, se señala que este método:

57. Minimiza los impactos gracias a la tecnología de difusores, que asegura una dilución rápida y segura de la salmuera.

58. Es compatible con un monitoreo continuo de la calidad del agua y los ecosistemas marinos, garantizando el cumplimiento de estándares ambientales.

59. Evita los costos elevados y las limitaciones logísticas asociadas a alternativas como la evaporación solar o la cristalización de sales.

En cuanto a las alternativas propuestas, si bien tienen potencial en ciertos contextos, el proponente considera que no son viables ni sostenibles en el caso de este proyecto debido a las siguientes razones:

Evaporación solar:

60. Extenso uso de terrenos: Este método requiere grandes extensiones de terreno que desplazarían flora y fauna local, generando impactos significativos en el ecosistema terrestre.

61. Ineficiencia por ubicación: La desalinizadora está ubicada cerca del océano, pero lejos de áreas adecuadas para implementar lagunas de evaporación, lo que implicaría un transporte ineficiente de la salmuera.

62. Riesgo de contaminación: Las lagunas de evaporación, si no están completamente impermeabilizadas, podrían generar lixiviados que afecten acuíferos subterráneos.

Cristalización y Recuperación de Sales:

63. Consumo energético elevado: Este proceso requiere grandes cantidades de energía para cristalizar las sales, lo que incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero si no se utiliza energía renovable.

64. Altos costos: La inversión inicial y los costos operativos son significativamente más altos en comparación con la descarga al mar.

65. Viabilidad limitada: El mercado local podría no absorber las grandes cantidades de sales recuperadas.

Uso en Construcción y Agricultura

66. Impactos en el suelo agrícola: Si no se gestiona correctamente, el uso de sales en agricultura puede provocar salinización de los suelos, reduciendo su fertilidad a largo plazo.

67. Demanda insuficiente: La cantidad de salmuera generada supera la demanda potencial de estos sectores, lo que hace que esta opción no sea viable a gran escala.

En este sentido, es posible concluir que el Titular ha evaluado las alternativas señaladas en el diseño del proyecto.

58. Observante: Dante León Godoy Martinez

Observación N° 152:

Este proyecto va a afectar la fuente de trabajo de mariscadores y pescadores: Creo que como pescador, mariscador y usuario de esta playa me voy a ver perjudicado, porque la contaminación perjudicara el crecimiento normal y reproductivo de mariscos, pulpos y pescados.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto afectará la fuente de trabajo de mariscadores y pescadores, porque el observante, como pescador, mariscador y usuario de la playa, considera que la contaminación perjudicará el crecimiento y la reproducción de mariscos, pulpos y peces. Para responder, se presenta qué devuelve el Proyecto al mar, cómo se dispersa esa descarga, qué indica el expediente sobre el crecimiento y la reproducción de los organismos marinos, cómo se controla todo ello durante la operación y, finalmente, qué ocurre con el trabajo de mariscadores y pescadores.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la única descarga al mar corresponde a la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso de desalinización (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56). En su proceso, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56). Se trata de agua de mar concentrada en sales, libre de sustancias tóxicas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5), que cumplirá con los límites máximos

de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La salmuera se conduce por el emisario, es decir, la tubería que la devuelve al mar, que va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80).

En cuanto a su dispersión, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y se reduce con la distancia: baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). En el 68% de los escenarios evaluados, el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6).

En cuanto al crecimiento y la reproducción de los organismos marinos, el expediente presenta bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal. El primero se realizó con el copépodo Tisbe longicornis, un pequeño crustáceo que forma parte de la cadena alimentaria marina, y el segundo con la microalga Isochrysis galbana. La mitad de los copépodos muere con 40,60 psu después de 48 horas de exposición, valor conocido como concentración letal media (LC50), y el crecimiento de la mitad de las microalgas se inhibe con 44,80 psu después de 96 horas, valor conocido como concentración de efecto media (EC50) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.7). Con estos resultados, los efectos adversos, como el aumento de la mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Respecto de los huevos y larvas, que corresponden a las primeras etapas de vida de los peces, en la captación, es decir, la toma de agua de mar de la planta, la velocidad de succión queda bajo el límite de 0,15 metros por segundo, y el arrastre de organismos pequeños, como plancton, huevos y larvas, se concentra en el primer metro alrededor del punto de captación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62). El análisis de Pérdida de Adulto Equivalente, que estima cuántos ejemplares adultos representaría, en términos poblacionales, la cantidad de huevos y larvas captados con el agua, estimó para la anchoveta una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales, en una región cuyo desembarque de anchoveta alcanzó 93.225 toneladas en 2023, de las cuales 93.187 corresponden a desembarque artesanal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). Sobre los mariscos y pulpos, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y, semestralmente, los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Ese muestreo semestral se alinea con los ciclos reproductivos y el reclutamiento estacional, es decir, la incorporación de nuevos individuos a las poblaciones, lo que permite detectar cambios en la diversidad o biomasa de las comunidades, y el plan incluye, además, el monitoreo de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, es decir, los organismos que flotan en el agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.11). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En cuanto a la fuente de trabajo, durante la operación el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la pesca, el buceo, la recolección de orilla y el uso de la playa pueden seguir desarrollándose en el sector, y con ellos los ingresos de mariscadores y pescadores.

Analizados en conjunto estos antecedentes, la única descarga al mar del Proyecto es salmuera: los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias tóxicas, cumplirá los límites de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000 y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL. El aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% y el exceso se reduce al 5% a 2,13 metros de la descarga. Los efectos adversos, incluida la inhibición del crecimiento, comienzan a partir de 40,54 psu, por sobre la salinidad que genera la descarga. El arrastre de huevos y larvas en la captación se concentra en su primer metro, y el banco natural de choro zapato será monitoreado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación, con muestreos alineados con los ciclos reproductivos. Así, con acceso libre durante la operación, mariscadores, pescadores y usuarios de la playa pueden seguir desarrollando sus actividades en Arenillas Negras.

Observación N° 153:

Contaminación del mar: Todo lo que desechan al mar va a contaminar sobre todo los químicos con lo que limpian sus tuberías irán al mar con la concentración del sol aumenta la temperatura y toso esto afectara a la fauna marina.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto, durante la fase de operación, realizará manejo de productos químicos vinculado directamente con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Los principales productos considerados corresponden a ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono.

Tabla: Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año	2 m³	Estanque
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año	1 m³	IBC
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año	3 m³	Estanque

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año	5 m³	Estanque
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año	1 m³	IBC
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año	1 m³	IBC
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año	1 m³	IBC

Fuente: Cuadro N° 2.58, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

El ácido sulfúrico se utilizará para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³.

El cloruro férrico se utilizará como reactivo asociado a la coagulación durante el tratamiento, con un consumo aproximado de 418 kg/día, equivalente a 0,30 m³/día, un suministro anual estimado de 78,5 m³ y un almacenamiento máximo de 3 m³.

El antiincrustante se utilizará para prevenir la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, considerando aproximadamente 115 kg/día, equivalentes a 0,06 m³/día, con un suministro anual de 16,3 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El hipoclorito de sodio será utilizado como bactericida para el proceso de producción de agua y para la protección de membranas, filtros y tuberías. Se consideran aproximadamente 9 kg/día, equivalentes a 0,08 m³/día, un suministro anual de 21,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El metabisulfito de sodio se utilizará en el tratamiento asociado al sistema de membranas, con un consumo aproximado de 48 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 8,6 m³ y una capacidad máxima de almacenamiento de 1 m³.

El hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH en el postratamiento, particularmente cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

Finalmente, el dióxido de carbono se utilizará durante el proceso de remineralización del agua desalada, junto con los contactores de calcita, permitiendo restituir calcio y ajustar las características fisicoquímicas del agua producto. Se considera un consumo aproximado de 518 kg/día, equivalente a 0,63 m³/día, un suministro anual de 165,3 m³ y un estanque de almacenamiento de 5 m³.

La distribución espacial de estas sustancias responde directamente a los procesos en los cuales son utilizadas. En consecuencia, los reactivos no se concentran en una única bodega de sustancias peligrosas, sino que se emplazan próximos a sus respectivos puntos de dosificación, dentro de las áreas de proceso de la PTOI.

De acuerdo con las características de las sustancias utilizadas y los residuos generados, los recursos naturales renovables que podrían presentar una exposición ante una pérdida accidental de contención corresponden principalmente al suelo y al medio acuático, pudiendo derivarse secundariamente efectos sobre flora o fauna cuando éstos dependan de dichos medios.

El mecanismo de afectación terrestre requeriría que una sustancia química o residuo líquido abandonara su sistema primario de almacenamiento y alcanzara posteriormente el terreno natural.

Sin embargo, los principales almacenamientos líquidos considerados para la operación incorporan dos niveles sucesivos de confinamiento: el recipiente o estanque primario y un sistema secundario de pretiles o retención. Adicionalmente, éstos se emplazan sobre losas o superficies de hormigón y áreas lavables.

En consecuencia, un fallo aislado del recipiente principal no determina por sí mismo una descarga al suelo. Para que se produzca una interacción efectiva con dicho recurso debería ocurrir adicionalmente una pérdida o superación del sistema secundario de contención, configurándose así una situación de contingencia y no una condición propia del manejo normal de las sustancias.

La misma lógica se verifica respecto de los residuos peligrosos, cuyo almacenamiento temporal se efectúa sobre una superficie impermeabilizada y provista de retención de derrames.

La configuración actual del Proyecto contempla el almacenamiento de ácido sulfúrico y cloruro férrico en el patio norte del pretratamiento; los IBC de hipoclorito de sodio y metabisulfito de sodio asociados al pretratamiento; el antiincrustante próximo a la unidad de ósmosis inversa; el hidróxido de sodio en el sector de postratamiento; el estanque de dióxido de carbono asociado a la remineralización; y sectores específicos para el almacenamiento temporal de residuos.

Esta configuración mantiene los productos dentro de áreas de proceso habilitadas y funcionalmente asociadas a sus respectivos puntos de utilización, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames. La localización de los almacenamientos no genera nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables.

Estas precisiones de emplazamiento no modifican la naturaleza del manejo evaluado ni generan nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables. Por el contrario, la definición actual permite verificar que los productos se emplazan dentro de áreas de proceso habilitadas y asociados funcionalmente a los puntos donde son utilizados, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames.

Asimismo, la cantidad total de sustancias peligrosas almacenadas durante la operación se mantiene inferior a 30 toneladas, y la instalación considera recintos y sistemas de contención secundaria para su almacenamiento.

La operación normal de la PTOI no contempla almacenamiento masivo de combustibles, dado que su suministro energético será fundamentalmente eléctrico. El uso de combustibles durante la operación se restringe a cantidades menores vinculadas al transporte de insumos y residuos y a equipos móviles de mantención.

Tabla: Vías potenciales de afectación y medidas de control

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Almacenamiento de reactivos líquidos	Rotura o pérdida de estanque/IBC	Suelo	Derrame y eventual infiltración	Contención secundaria ≥110%, losa de hormigón, superficies lavables
Dosificación de reactivos	Falla de conexión, bomba o tubería	Suelo	Liberación localizada de producto químico	Inspección, mantenimiento, control operacional y procedimientos de contingencia
Bodega RESPEL	Fuga desde recipiente contaminado	Suelo	Escurrimiento o infiltración	Bodega impermeabilizada, losa antiderrame, retención 1,5 veces el volumen almacenado
Manipulación de combustible en construcción	Derrame accidental	Suelo	Contacto directo con terreno	Almacenamiento controlado y materiales absorbentes
Obras marítimas	Derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas	Agua de mar y biota acuática	Liberación directa al medio marino	Cierre de válvulas, detención de bombeo, barreras y absorbentes
RSD y residuos asimilables	Caída, dispersión, olores, vectores o escurrimiento	Suelo, fauna	Contacto o dispersión desde área de acopio	Contenedores herméticos, piso lavable, techumbre, desratización y retiro programado

Fuente: Cuadro N° 2.64, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Durante la operación, si bien el uso de reactivos es continuo debido a su integración al proceso de desalación, éstos se almacenan en volúmenes acotados, dentro de instalaciones industriales habilitadas y próximas a sus respectivos puntos de utilización, reduciendo los requerimientos de manipulación y traslado interno.

En los reactivos líquidos, la existencia de estanques o IBC cerrados, pretiles con capacidades de retención de al menos el 110% del volumen almacenado y superficies de hormigón constituye una barrera física entre las sustancias y el suelo. En consecuencia, no existe una vía de contacto directo con el recurso suelo durante el manejo normal de los productos.

Los residuos peligrosos y no peligrosos tampoco serán dispuestos directamente sobre el terreno, sino que serán almacenados temporalmente en instalaciones diferenciadas, sobre superficies especialmente acondicionadas, y posteriormente retirados mediante gestores autorizados.

En el medio marino, una liberación accidental podría generar contacto inmediato entre la sustancia derramada y el agua de mar. Este mecanismo se encuentra asociado principalmente a contingencias durante la construcción de las obras marítimas y cuenta con medidas específicas destinadas a detener la liberación, limitar su dispersión y recuperar el producto.

Por consiguiente, si bien la utilización y manejo de productos químicos y residuos constituye una fuente potencial de interacción con los recursos naturales renovables, las condiciones de manejo definidas para el Proyecto permiten evitar una exposición permanente o sistemática de éstos. Las eventuales vías de afectación identificadas corresponden fundamentalmente a situaciones accidentales y se encuentran controladas mediante sistemas de contención, superficies impermeables o lavables, segregación de residuos, inspección, mantenimiento y procedimientos específicos de contingencia y emergencia.

En virtud de lo anterior, no se prevé que la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias genere una alteración significativa de la calidad, cantidad, disponibilidad o capacidad de regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto señala en su Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Contingencias y Emergencias, considera medidas en torno a Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES).

Tabla: Derrame y/o RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Riesgo o Contingencia	Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES)
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de construcción y operación

Riesgo: Derrame de RILES	
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	68. Bombas de alta presión – Área Planta de Osmosis Inversa 69. Descarga de salmuera – Área Planta de Osmosis Inversa 70. Filtro autolimpiante y Ultrafiltración – Área de Pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de RILES, que puedan afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes: **Área Planta de Osmosis Inversa** 71. Se realizará muestreo y medición periódica o semanal de RILES, para el cumplimiento del DS 90/2000 del MINSEGPRES (tabla 5) 72. Se realizará monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga de RILES. 73. Se realizará mantenimiento preventivo de elementos de monitoreo, medición y control, tales como: válvulas de control, medidores de caudal, pH, conductividad eléctrica, y temperatura. 74. Se realizará mantenimiento preventivo de emisario submarino 75. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la operación segura de la descarga de aguas residuales a través del emisario submarino

Riesgo: Derrame de RILES	
	76. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad de la planta de osmosis inversa **Sector Pretratamiento.** 77. Los filtros autolimpiantes cuentan con un diseño y construcción conforme a estándares nacionales e internacionales. El monitoreo de presión se realiza desde la sala de control para detectar posibles alteraciones de los parámetros de operación. Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	78. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 79. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas de mantenimiento preventivo. 80. Registro sobre el permiso o autorización de descarga de RILES en el medio marino.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a una situación de emergencia por derrame de RILES, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 81. En el caso de un derrame mayor en la Planta de Osmosis Inversa, o el área de pretratamiento o filtración asociado a RILES producto de limpieza química o agua de descarte a emisario submarino, el Jefe de Emergencia solicita al personal de operación la detención de la Planta de Osmosis

Riesgo: Derrame de RILES	
	Inversa, hasta establecer la causa del derrame y tomar las acciones correctivas para normalizar su funcionamiento
	82. Los estanques de limpieza química disponen de un sistema de canalización hacia trincheras frente a un posible rebalse o derrame
	83. En el caso de una liberación de salmuera, se deberá suspender temporalmente la descarga al emisario submarino, hasta corregir la posible falla o rotura de la tubería si fuera el caso.
	84. En el caso que ocurra una falla o rotura de la tubería se realizará un monitoreo en la zona, de los RILes, de los sedimentos y de la biota marina, realizando una comparación de los resultados respecto a lo informado en la Línea Base, Planes de Vigilancia Ambiental existentes y normas de calidad secundarias internacionales de referencia.
	85. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la implementación de medidas de contención, en el caso de un derrame de salmuera, tales como el almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación para su posterior descarga o traslado a un sitio autorizado para su tratamiento
	86. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la limpieza del sector afectado por el derrame de RILES, una vez controlada la emergencia.
	87. La emergencia se dará por terminada una vez que los organismos externos con competencia dicten que la emergencia ha sido controlada (en caso de contar con su apoyo), y que el Titular realice las acciones necesarias para la recuperación del nivel operacional.
	88. Una vez superada la emergencia, se deben revisar

Riesgo: Derrame de RILES	
	las condiciones de seguridad de las instalaciones, antes de autorizar la recuperación del nivel operacional. 89. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento.
Forma de control y seguimiento	90. Simulacro de emergencia según programa anual 91. Auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual 92. Informe de emergencia 93. Registro sobre autorización sanitaria para la descarga de RILES
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso,será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra b) , Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Observación N° 154:

Arenillas Negras, considerar su forma de bahía: Las consecuencias se verán a largo plazo, arenillas negras es una bahía y todo lo que boten al mar ira a dar a la orilla. Lo podemos ver cuando bajan los ríos, lleva basura de la agricultura de Camarones y Caleta Vitor.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)"*.

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

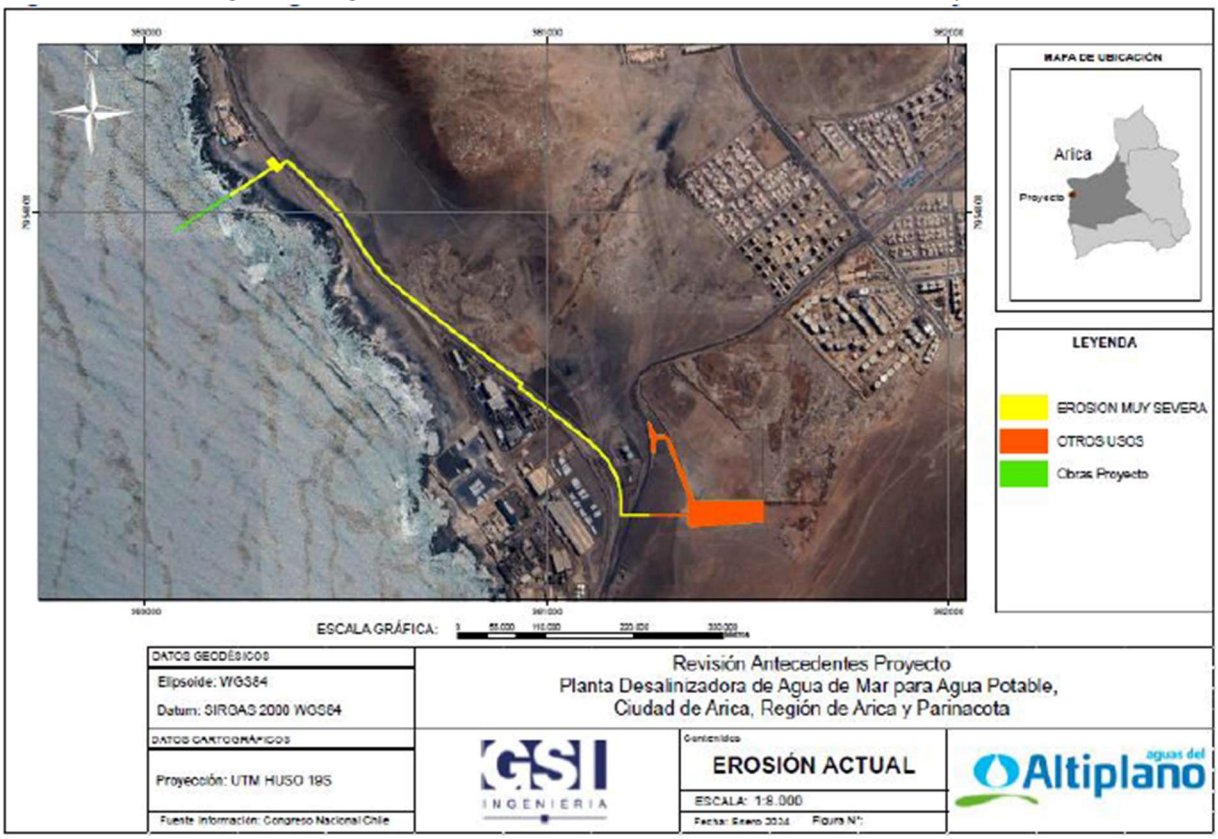
En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto

de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Figura se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

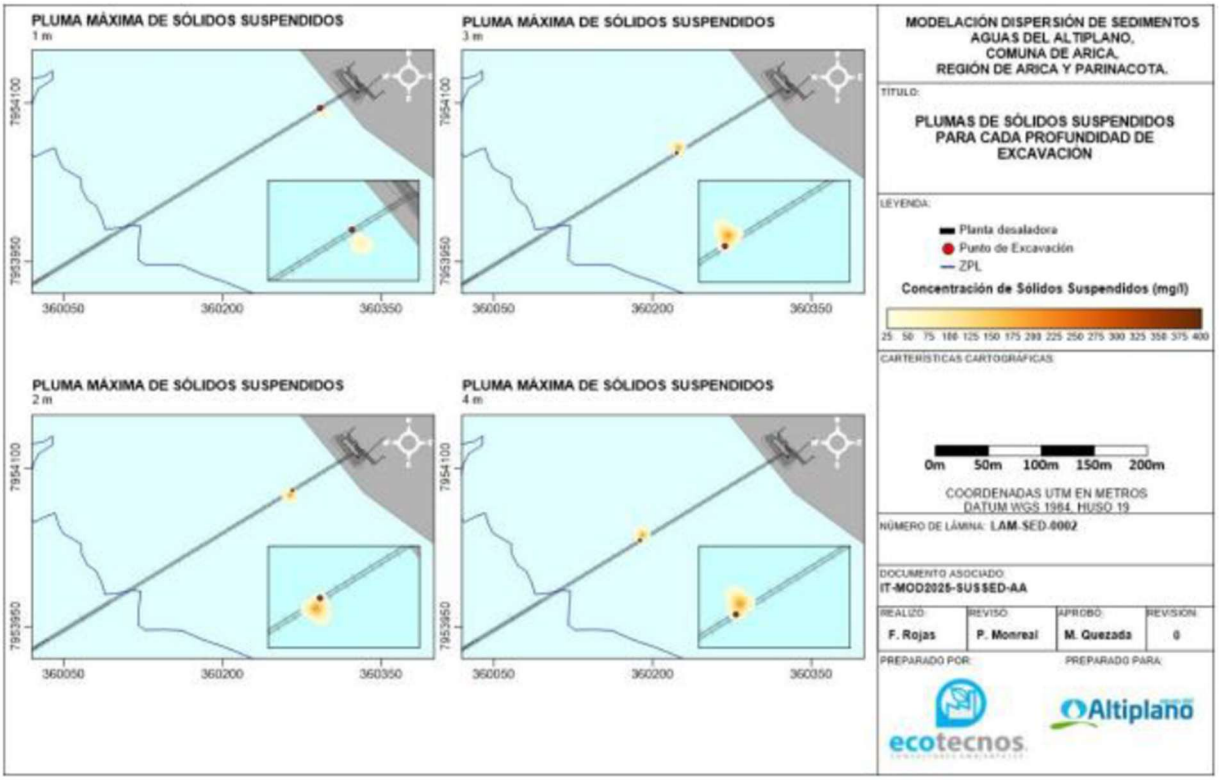
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

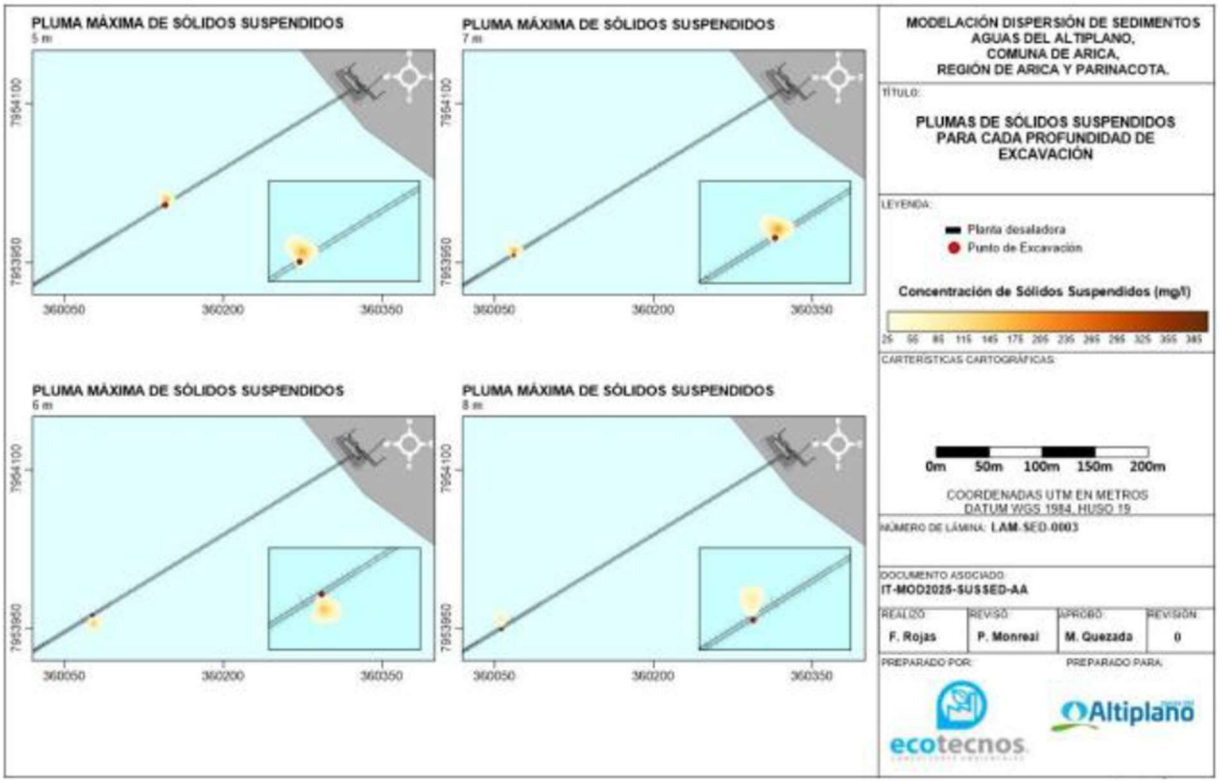
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico36

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

36 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual37

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

94. 29,5 [m] para actividades de perforación;

95. 34,3 [m] para actividades de dragado;

96. 533 [m] para actividades de embarcación;

97. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

98. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

37 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

99. 2 [m] para actividades de perforación;

100. 3 [m] para actividades de dragado;

101. 11 [m] para actividades de embarcación;

102. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

103. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

104. 613,17 [m] para actividades de perforación

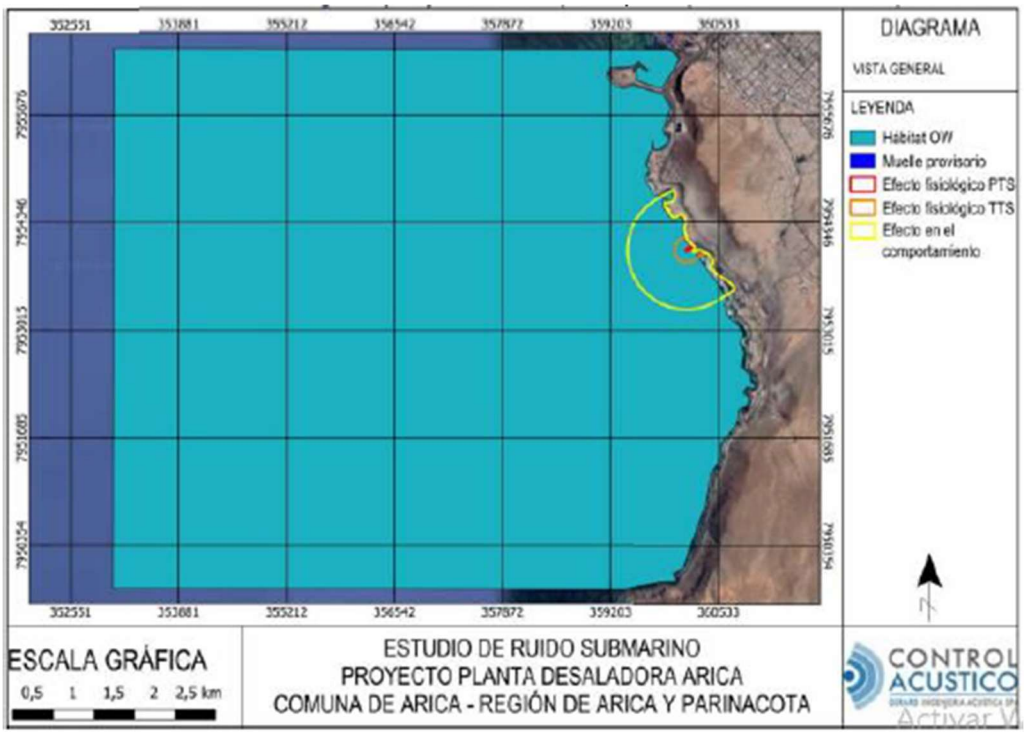
105. 730,36 [m] para actividades de dragado;

106. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

107. 3094 [m] para actividades de tronaduras

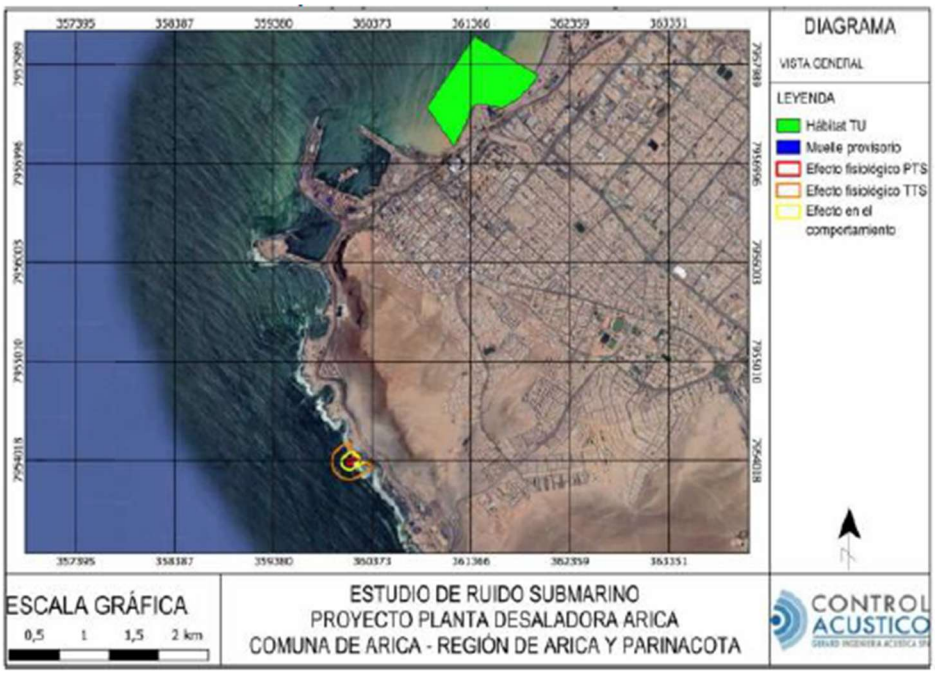
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



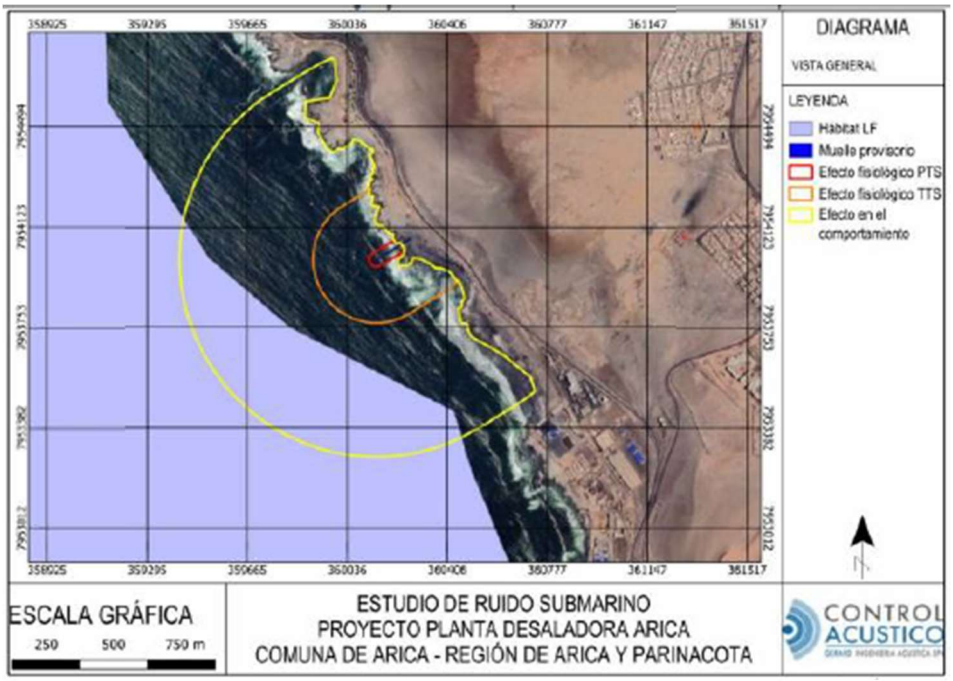
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

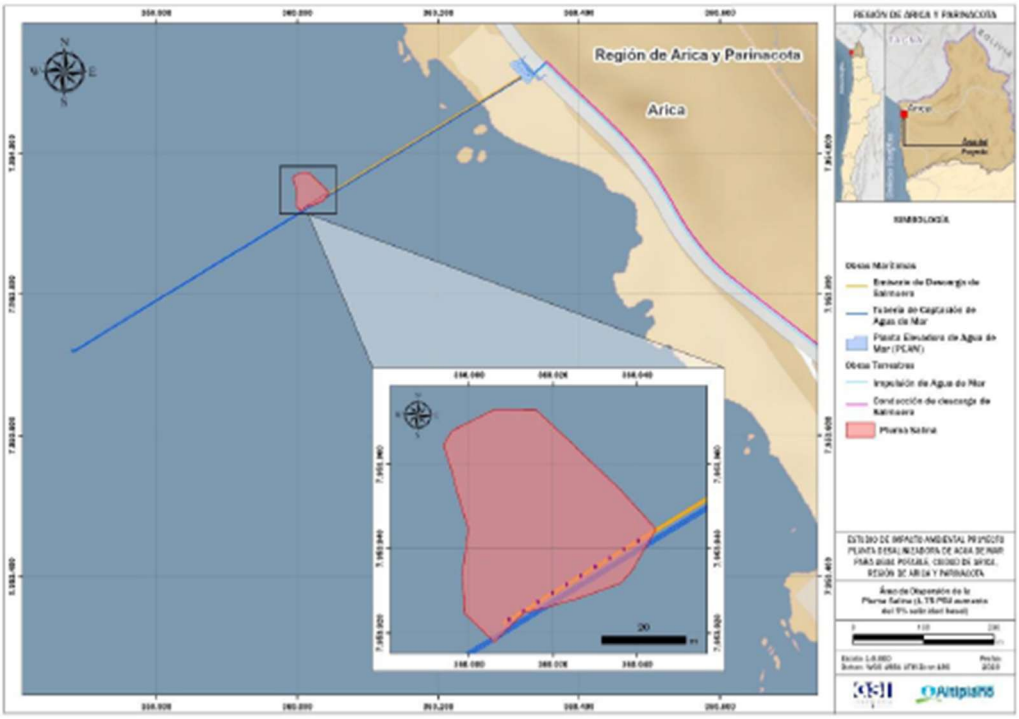
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

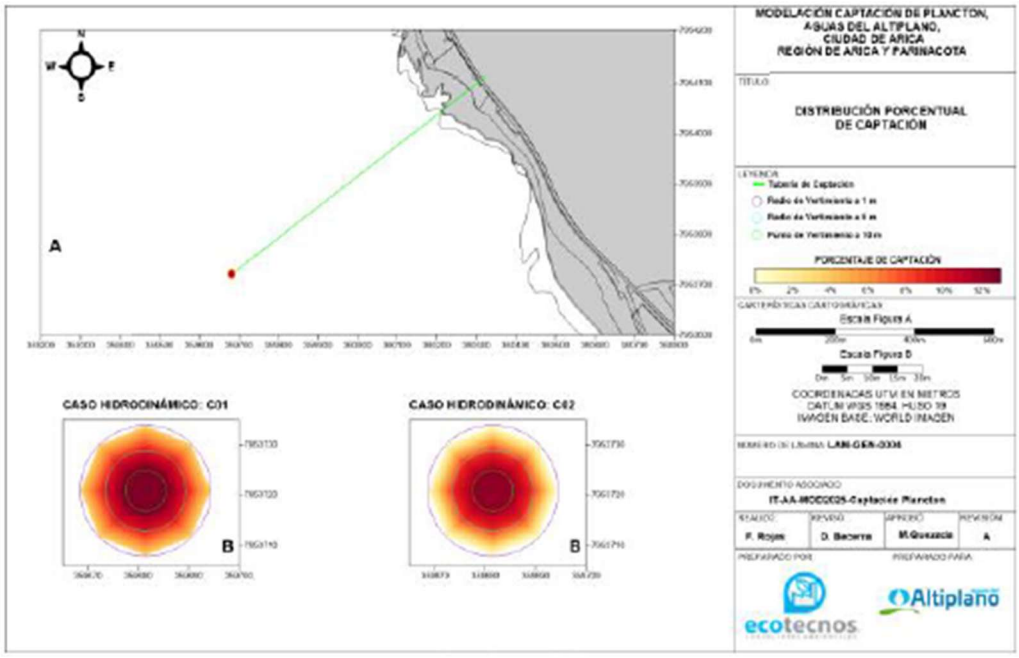
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 155:

Arenillas Negras, ya es una zona de sacrificio: Arenillas negras por varias décadas ya es una zona de sacrificio, las pesqueras, Golden Omega y su propia planta desaladora ya botan desechos al mar, incluso tiene una ola que los surfistas la llaman "el Rancio", otra planta de gran envergadura va a causar más daño a la vida marina de la que ya hay.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea tres materias: que Arenillas Negras sería desde hace décadas una zona de sacrificio, por los desechos que las pesqueras y Golden Omega, con su propia planta desaladora, vierten al mar; la existencia de una ola que los surfistas llaman "El Rancio"; y que una nueva planta de gran envergadura causaría más daño a la vida marina. Para responder, se precisa primero el objeto de esta evaluación, luego la situación de la ola mencionada y, finalmente, qué ocurre con la vida marina durante la construcción y la operación del Proyecto.

La presente evaluación se pronuncia exclusivamente sobre los impactos atribuibles al Proyecto sometido a este proceso. Las industrias más cercanas al área del Proyecto, Golden Omega y Corpesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.218), son instalaciones de terceros, ajenas al Proyecto, por lo que sus emisiones y descargas corresponden a materias distintas del objeto de esta evaluación.

Respecto de la ola conocida como "El Rancio", el expediente la identifica como una ola de transición utilizada por diversos exponentes de bodyboard, ubicada a 965 metros de distancia de las obras proyectadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.222). Las actividades de bodyboard que se realizan a un costado de Golden Omega se desarrollan aproximadamente a 900 metros de donde se proyecta la instalación de la Planta Elevadora de Agua de Mar (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.228).

En cuanto a la vida marina, que es la preocupación central de la observación, la línea de base, es decir, la descripción del medio marino en su condición previa al Proyecto, reúne la Línea Base EIA 2017-2018, que caracterizó la biota marina y sus componentes asociados; la Línea Base Verano 2025, con campañas de plancton, intermareal, fondos blandos, sedimentos y megafauna; y un estudio específico de bancos naturales de octubre de 2025 (Adenda Complementaria, p.236). Un banco natural es un sector del fondo marino donde una especie se concentra con densidad y extensión suficientes, y el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

El Proyecto contempla obras que generan efectos sobre el medio marino. En la fase de construcción, estas son la instalación de un muelle provisorio y de las tuberías de captación y descarga, mediante tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas bajo el agua para fragmentar roca, y dragado, que consiste en la remoción de material del fondo marino. En la fase de operación, son el funcionamiento permanente del sistema de captación de agua de mar y la descarga de salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso, a través de un emisario submarino, que corresponde a una tubería instalada bajo el fondo marino que conduce la descarga hacia el mar.

Durante la construcción, el hincado de pilotes del muelle provisorio, es decir, su instalación a golpes en el fondo marino, genera una remoción puntual de sedimentos en el entorno inmediato, limitada al periodo de las obras. Las comunidades bentónicas de la zona, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, están dominadas por especies con alta capacidad de recolonización (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.39, pp.3.48-3.49). La instalación de las tuberías altera esas comunidades de manera localizada, circunscrita al entorno inmediato de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.40, pp.3.49-3.50). Las tronaduras necesarias para instalar las tuberías intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante; la roca removida se pierde de forma permanente, y la recolonización de algas e invertebrados en ese sector puntual se espera dentro de un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). Sobre los mamíferos marinos, el ruido generado por la instalación de pilotes y tuberías se emite en un área relativamente cercana a las obras y se asocia a la fase de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadros N°3.42 y N°3.43, pp.3.51-3.54). En cuanto al dragado, la modelación muestra plumas de sedimento en suspensión con una concentración máxima de 233 miligramos por litro, bajo el límite referencial de 400 miligramos por litro, y una superficie máxima de 186,10 metros cuadrados. Las corrientes del oleaje mantienen en suspensión los sedimentos finos, mientras las arenas medias y gruesas pueden depositarse en el lecho cercano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.48).

Para las tronaduras submarinas, el Proyecto incorpora como Compromiso Ambiental Voluntario, es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, una cortina de burbujas que rodea el sector rocoso que se detona y atenúa la propagación del ruido y las ondas de choque hacia el entorno marino, y que se energiza antes, durante y después de cada detonación (Adenda Complementaria Extraordinaria,

Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12). Esto se complementa con tiros falsos previos a cada tronadura para ahuyentar a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10) y con un sistema de encendido gradual en el hincado de pilotes que da tiempo a los animales para alejarse (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.7, p.7.12). Se suman un monitoreo de fauna marina a cargo de observadores capacitados durante las faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.5, pp.7.10-7.11) y un protocolo de rescate para especies que pudieran resultar afectadas (Adenda Complementaria, pp.655-657).

Durante la operación, el Proyecto descarga al mar salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso de desalinización. Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

La modelación de dispersión muestra que el exceso de salinidad se reduce al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8) y que en el 68% de los escenarios evaluados el exceso se mantuvo bajo ese 5%, límite recomendado en la guía australiana y neozelandesa ANZECC de 1992 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). La captación de agua de mar se realiza mediante una torre ubicada a unos 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa (Adenda Complementaria, p.610). La velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 metros por segundo; el efecto de la captación sobre el plancton, es decir, los organismos pequeños que flotan a la deriva, como huevos y larvas, se concentra hasta 1 metro de distancia, y más allá la mortalidad por succión es inferior a la mortalidad natural (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62). Sobre los peces, el análisis específico de pérdida de individuos por succión estimó, para la anchoveta, una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales, en una región cuyo desembarque de anchoveta alcanzó 93.225 toneladas en 2023, de las cuales 93.187 corresponden a desembarque artesanal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). Respecto del fondo marino, la salmuera se difunde en el agua de mar, de modo que la calidad de los sedimentos se mantiene (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, p.3.117).

Todo esto queda sujeto a verificación mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación. El plan mide salinidad y temperatura en 22 estaciones, monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos y realiza, además, el avistamiento periódico de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Conforme a lo establecido por la Gobernación Marítima de Arica, este plan debe ejecutarse durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al medio marino, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Concluido este análisis, esta evaluación se centra en los efectos del propio Proyecto, mientras las instalaciones de Golden Omega y Corpesca corresponden a terceros. La ola "El Rancio" se ubica a 965 metros de las obras. Sobre la vida marina, la línea de base identifica al choro zapato como el único banco natural, que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. En construcción, los efectos del muelle, las tuberías, las tronaduras y el dragado se concentran en el entorno de las obras, con recolonización esperada en el sector intervenido, y se aplican la cortina de burbujas, los tiros falsos, el encendido gradual, los observadores de fauna y el protocolo de rescate. En operación, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el exceso de salinidad se reduce al 5% a 2,13 metros de la descarga, la captación opera bajo el límite de velocidad de succión y la calidad de los sedimentos se mantiene, todo ello verificado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación.

59. Observante: Teresa Isabel Barreda Barreda

Observación N° 160:

Peligroso tránsito vehicular en Ignacio de Loyola: Por lo que se ve en la subida a las pesqueras el trazado con tiza en la curva de Ignacio Loyola, la entrada y salida de su proyecto en una curva en subida y bajada de todas maneras tornara el tránsito vehicular como peligroso.

Evaluación técnica de la observación:

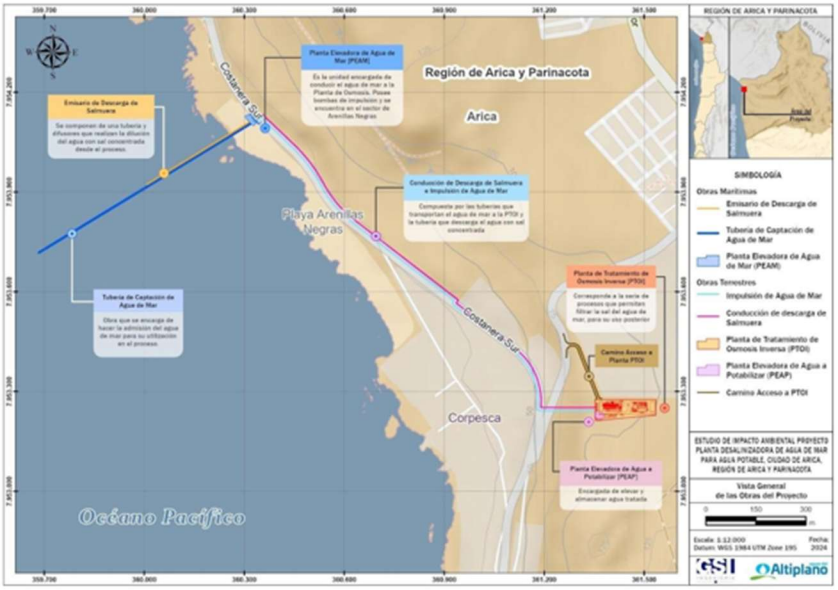
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la vialidad y el transporte, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la consulta realizada se informa que, en el sector de la Avenida de Ignacio Loyola, se contempla el ingreso al recinto de la planta de osmosis inversa del Proyecto. Dicho ingreso, considera una pista de desaceleración y aceleración, de tal manera de que se minimice el peligro del tránsito vehicular en dicho sector y debiendo cumplir el Titular con las normativas de vialidad para todos estos efectos.

En la figura siguiente se identifican los componentes más importantes del Proyecto, entre ellos el camino de acceso a la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), la PTOI, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), la Planta Elevadora de Agua a Potabilizar (PEAP) y otras instalaciones asociadas. Esta vista general permite entender mejor dónde se ubica cada elemento y cómo se relacionan entre sí, lo que ayuda a seguir con mayor claridad la explicación que se desarrolla más adelante sobre accesos, intersecciones y circulación vehicular.

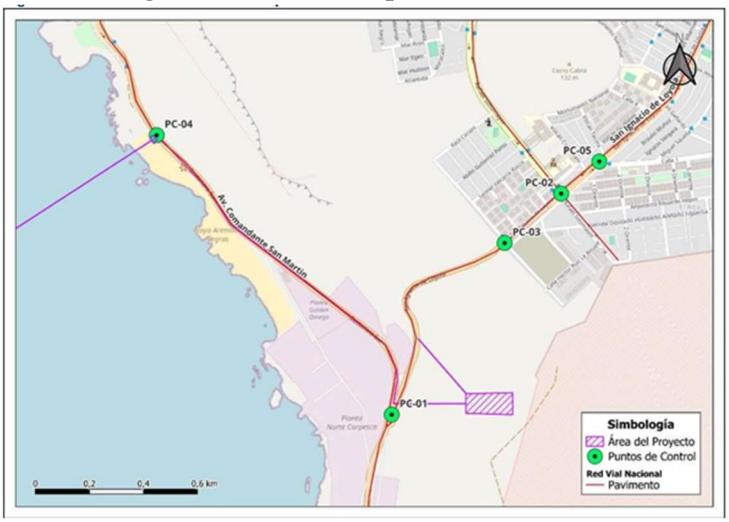
Figura. Vista general del proyecto con etiquetas.



Fuente: Figura 1 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Respecto de la preocupación planteada por la comunidad sobre una posible afectación a la vialidad del sector, se informa que el Titular presentó un Estudio de Vialidad (ver Anexo 6.17 de la Adenda Complementaria), en donde muestra que realizó una revisión específica para entender de qué manera la fase de construcción y operación del Proyecto podrían cambiar el funcionamiento de las calles y accesos cercanos. Para hacer dicho análisis, lo primero que realizó fue conocer cómo funciona hoy la vialidad en el sector. Para eso, se realizó una observación directamente en terreno respecto del tránsito en las intersecciones y vías cercanas al Proyecto. En esas visitas se contabilizó cuántos vehículos pasan, en qué horarios circulan más, hacia dónde se mueven y cuáles son los momentos de mayor actividad. Con esa información se pudo construir una imagen real de la situación actual del sector, es decir, una base sobre la cual comparar luego lo que ocurriría con el Proyecto. Los puntos de control fueron los siguientes:

Figura. Ubicación de puntos de control.



Fuente: Figura 2 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Si bien el análisis vial consideró cinco puntos de control dentro de la red asociada al Proyecto, se puso especial atención en aquellos sectores que se encuentran más próximos a las obras y, por lo tanto, más directamente relacionados con los cambios esperados durante la construcción y operación. En ese contexto, los puntos más relevantes para esta evaluación fueron los siguientes:

Tabla. Puntos de control vehicular.

Punto de Control	Intersección	Observaciones
PC-01	Av. Cmdte San Martin – San Ignacio Loyola	Abarca los vehículos que provienen desde la PEAM[1] hasta la PEAP[2] y PTOI[3], y viceversa
PC-04	Av. Cmdte San Martin – Acceso PEAM	Abarca los vehículos que provienen desde la PEAP y la PTOI hacia el acceso de la PEAM.

Fuente: Tabla 1 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Estos dos puntos fueron considerados especialmente importantes porque se ubican en las inmediaciones del Proyecto y permiten representar de mejor manera cómo podrían percibirse sus efectos sobre la circulación local. En otras palabras, aunque el estudio revisó una red vial más amplia, estos dos sectores son los que mejor reflejan la situación de las vías cercanas a las obras y a los accesos

principales del Proyecto. Además, se incorporaron al estudio los accesos vinculados directamente al Proyecto, incluyendo el Camino de Acceso a la PTOI. De esta forma, la modelación permitió representar de mejor manera el funcionamiento vial del entorno inmediato del Proyecto y no solo de las vías generales del sector.

A continuación, se presentan los diagramas de movimiento de los puntos de control PC-01 y PC-04, los cuales muestran cómo circulan los vehículos en cada intersección y qué maniobras realizan. Junto con ello, se describe el flujo de vehículos por hora registrado en cada punto durante el período de medición, con el fin de identificar la hora punta, es decir, el horario en que se concentra la mayor demanda vehicular y que, por lo mismo, representa la condición más exigente para evaluar el funcionamiento de la red vial.

Figura. Diagrama de movimiento de las intersecciones PC-01 y PC-04 respectivamente.



Fuente: Figura 3 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

A partir de los conteos realizados en terreno en los puntos de control PC-01 y PC-04, fue posible conocer cómo funciona actualmente la vialidad del sector y definir la condición base del análisis. En ambos puntos, la hora punta mañana se identificó entre las 08:00 y 09:00 horas, ya que corresponde al período en que se registra la mayor circulación de vehículos. En el caso del punto de control PC-01, ubicado en la intersección Avenida Comandante San Martín con San Ignacio Loyola, durante la hora punta se registró un flujo de 761 vehículos por hora (veh/h).

Al llevar ese flujo a una unidad comparable, el resultado corresponde a 933 vehículos equivalentes4 por hora (VEQ/h). Por su parte, en el punto de control PC-04, ubicado en la intersección Avenida Comandante San Martín con Acceso PEAM, durante la hora punta se registró un flujo de 826 vehículos por hora (veh/h). Al expresarlo en términos comparables, este valor corresponde a 901 vehículos equivalentes por hora (VEQ/h). Esta diferencia entre veh/h y VEQ/h se debe a que no todos los vehículos afectan la vía de la misma manera. Por ejemplo, un automóvil liviano no ocupa el mismo espacio ni genera la misma exigencia sobre la circulación que un camión o un vehículo de mayor tamaño. Por eso, para analizar correctamente la carga real que recibe una vía, los vehículos se estandarizan en una unidad

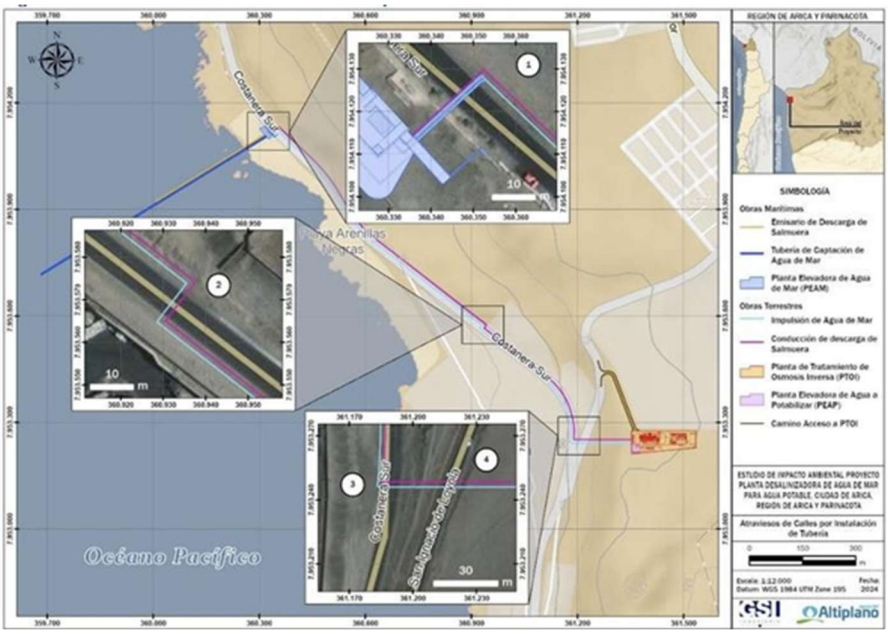
común llamada vehículos equivalentes por hora (VEQ/h). Esto permite comparar de mejor manera los flujos y representar con más precisión cómo funciona la intersección en la práctica.

A partir de esa situación base, el Titular hizo una proyección para dos momentos distintos: por un lado, el año 2027, que corresponde al período estimado de construcción, y por otro, el año 2030, que corresponde al escenario estimado de operación. Para realizar esta proyección se consideró no solo el funcionamiento actual de la red vial, sino también el crecimiento esperado del tránsito en el tiempo, utilizando para ello las tasas de proyección recomendadas por el Ministerio de Desarrollo Social (MDS). De esta forma, fue posible estimar cómo podría comportarse la vialidad en el futuro, tanto por el aumento normal de vehículos en el sector como por la incorporación del flujo asociado al Proyecto.

Al hacer esa revisión, se observó que el Proyecto, efectivamente, sí tendrá una interacción con la vialidad. Es decir, no se concluyó que no habrá cambios, porque sí los habrá. Sin embargo, lo importante fue determinar qué tan grandes son esos cambios y si tienen la capacidad de alterar de manera importante la circulación habitual del sector.

Para la fase de construcción, se identificaron dos tipos principales de efectos. El primero tiene que ver con intervenciones temporales en las vías. En total, se contemplan cuatro cortes temporales: tres de ellos en Avenida Comandante San Martín y San Ignacio de Loyola, donde el tránsito se reducirá momentáneamente a solo una de las dos pistas o vías existentes, y un cuarto caso en el sector de la PEAM, donde por razones de seguridad se contempla un corte total de paso por aproximadamente 20 minutos. Este último corresponde a una situación puntual, no permanente, y se asocia a una actividad específica de la construcción.

Figura. Cortes de calle por obras del proyecto.



Fuente: Figura 4 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Los cuadros que se presentan a continuación comparan la situación actual de la vialidad con la situación proyectada con el Proyecto, para conocer si los cambios esperados durante la fase de construcción podrían afectar de manera importante la circulación en los puntos analizados. A saber:

1. Primero es el grado de saturación, que muestra qué tan exigida está una vía o una intersección en relación con la capacidad que tiene para recibir vehículos. Este valor no se expresa en segundos ni en cantidad de vehículos, sino como una relación numérica. Mientras más bajo es el valor, más holgada funciona la vía; en cambio, valores cercanos a 1 indican que la vía comienza a operar cerca de su capacidad.
2. El segundo indicador es la demora promedio, que corresponde al tiempo adicional que un vehículo debe esperar o perder al pasar por una intersección. Este indicador se muestra en segundos [s]. Mientras menor sea este valor, más fluida es la circulación.
3. El tercer indicador es el largo de cola, que muestra si se forman filas de vehículos y cuántos vehículos se acumulan. Este valor se expresa en vehículos [veh]. Valores bajos indican que no se generan acumulaciones relevantes.
4. El cuarto indicador es el nivel de servicio, que es una forma simple de resumir cómo funciona la circulación en una vía o intersección. Se representa con letras, desde A hasta F. Un Nivel de Servicio A indica circulación muy fluida, mientras que niveles más bajos representan condiciones de mayor congestión.

Además, en cada indicador aparecen tres columnas que permiten comparar los resultados. La columna "Sit. Base" muestra la condición actual o de referencia, es decir, cómo funciona hoy ese punto sin considerar el aporte del Proyecto. La columna "Sit. Proy." muestra la condición proyectada, incorporando el tránsito asociado al Proyecto. Finalmente, la columna "Variación (Δ)" indica cuánto cambia el valor entre una situación y otra, permitiendo ver con claridad si el efecto del Proyecto es menor o más relevante.

De esta manera, los cuadros permiten comparar de forma directa si en cada punto analizado aumentan de manera importante la ocupación de la vía, los tiempos de espera, la formación de filas o el nivel general de servicio de la circulación. A continuación, se presentan los resultados más representativos de la fase de construcción, correspondientes a aquellos casos donde se observan las mayores variaciones respecto de la situación base.

En los casos de los atraviesos 1, 2 y 3, el PC-04 sirvió como punto de control para la evaluación de los efectos. Durante la construcción de estos atraviesos, el tránsito se mantendrá por una sola pista, por lo que el análisis buscó verificar si esa reducción temporal podría generar problemas relevantes en la circulación. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla. Variación Indicadores corte de vías Av. Cmdte San Martín.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,112	0,223	**0,111**	6,4	6,4	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,08	0,08	**0**	5,5	5,5	**0**	0	0	**0**	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,017	0,017	**0**	7,4	7,4	**0**	0,1	0,1	**0**	A	A

Fuente: Tabla 2 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En el caso del atravieso 4, se utilizó el PC-01 para la evaluación. Los resultados del análisis corresponden a los siguientes:

Tabla. Variación Indicadores corte de vías San Ignacio de Loyola.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,024	0,024	**0**	6,1	6,1	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,076	0,152	**0,076**	6,8	6,8	**0**	0,3	0,3	**0**	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,065	0,065	**0**	6,3	6,3	**0**	0	0	**0**	A	A

Fuente: Tabla 3 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En el caso de los cortes temporales de vías, los resultados muestran que el cambio más visible se produce en algunos movimientos específicos, pero sin generar un deterioro importante en la circulación general. Para el corte evaluado en Av. Cmdte. San Martín, el cambio más notorio se observa en el movimiento de Sur a Este, donde el grado de saturación pasa de 0,112 a 0,223, con una variación de 0,111. En términos simples, esto significa que durante el corte la vía queda más ocupada que en la situación proyectada sin corte, pero sigue funcionando con margen y sin llegar a una condición de congestión. Además, en este caso no aumentan los tiempos de espera, no se forman filas adicionales y el Nivel de Servicio se mantiene en A, lo que indica que la circulación sigue siendo fluida.

En el caso del corte evaluado en San Ignacio de Loyola, el principal cambio se observa en el movimiento de Norte a Este, donde el grado de saturación aumenta de 0,076 a 0,152, con una variación de 0,076. Esto quiere decir que la intersección funciona con una mayor ocupación momentánea mientras se realiza el corte, pero aun así mantiene una operación adecuada. Al igual que en el caso anterior, no se observan aumentos en la demora, no cambian las colas y el Nivel de Servicio también se mantiene en A.

El segundo efecto de la fase de construcción tiene relación con el aumento de vehículos asociados a las obras. En este caso, se estimó que el Proyecto agregará aproximadamente 14 vehículos por hora al sistema vial del sector. Esto significa que, además de los vehículos que normalmente ya circulan por esas

calles, durante la construcción se sumará un número acotado de viajes relacionados con trabajadores, equipos, materiales y operación de faenas.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control 01.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,024	0,024	0	6,1	6,1	0	0	0	0	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,063	0,076	0,013	6,7	6,8	0,1	0,3	0,3	0	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,051	0,065	0,014	6,1	6,3	0,2	0	0	0	A	A

Fuente: Tabla 4 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control 04.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,1	0,112	0,012	5,5	6,4	0,9	0	0	0	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,08	0,08	0	5,5	5,5	0	0	0	0	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,002	0,017	0,015	6	7,3	1,3	0	0,1	0,1	A	A

Fuente: Tabla 5 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control Acceso PTOI.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: San Ignacio Loyola										
0,08	0,08	0	5,5	5,5	0	0	0	0	A	A
Desde el Este: Acceso Planta PTOI										
0,002	0,031	0,029	7,2	10,7	3,5	0	0,1	0,1	A	A
Desde el Norte: San Ignacio Loyola										
0,157	0,175	0,018	6	7,5	1,5	0	0,2	0,2	A	A

Fuente: Tabla 6 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En la fase de construcción, los resultados muestran que los cambios en los puntos evaluados son bajos. Por ejemplo, cuando el grado de saturación aumenta en 0,013 o 0,014, eso significa que la vía queda solo un poco más ocupada que antes, pero sigue funcionando con holgura, sin acercarse a una

condición de congestión. Algo similar ocurre con la demora promedio. Cuando la diferencia es de 0,1, 0,2 o incluso 1,3 segundos, quiere decir que el tiempo adicional de espera para los vehículos es muy pequeño y difícilmente perceptible en la experiencia habitual de circulación.

En el caso del largo de cola, los valores proyectados de 0,1 o 0,2 vehículos indican que prácticamente no se forman filas relevantes. Es decir, no se espera una acumulación importante de vehículos en estos puntos. Además, en todos los casos el Nivel de Servicio se mantiene en A, que corresponde a una condición de circulación fluida. En otras palabras, aunque el Proyecto sí genera una variación, esta es menor y no cambia de forma importante cómo funciona la vialidad en los sectores analizados.

En resumen, los valores más significativos de la fase de construcción se observan principalmente en el Acceso PTOI y, en menor medida, en el PC-04. Sin embargo, aun en esos casos, las variaciones indican solo un aumento leve en la ocupación de las vías y en los tiempos de espera. No se proyectan filas relevantes ni un deterioro en la calidad de circulación, ya que todos los puntos evaluados mantienen un Nivel de Servicio A. En términos simples, esto quiere decir que durante la construcción habrá cambios, pero estos serían menores y no alteran de manera importante el funcionamiento normal de la red vial cercana al Proyecto. Respecto de la fase de construcción, el Titular presentó el CAV "*Entrega de información sobre cortes viales*" cuyo objetivo es "*dar a conocer a las unidades vecinales de las áreas próximas al área de obras, particularmente a los atraviesos, obras eléctricas y tronaduras que deberán ser desarrollados por el Proyecto, el cronograma y plan de señalización que será implementado mientras ellas se extiendan. Dado que estas actividades inciden sobre vías que pueden ser utilizadas eventualmente por otros usuarios, el compromiso también busca informar a población general*" (ver Cuadro 7.12 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Para la fase de operación, el análisis mostró que el efecto es más bajo que en la fase de construcción. En ese escenario, el Proyecto aportaría aproximadamente 12 vehículos por hora al flujo vial del sector. Es decir, una vez terminadas las obras, el funcionamiento habitual del Proyecto generará un aumento menor de tránsito respecto de lo que ocurre durante la fase constructiva.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control 01.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,026	0,026	**0**	6	6	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,068	0,081	**0,013**	6,1	6,3	**0,2**	0,3	0,3	**0**	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,057	0,07	**0,013**	6,1	6,3	**0,2**	0	0	**0**	A	A

Fuente: Tabla 7 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control 04.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,11	0,122	**0,012**	5,5	6,6	**1,1**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,088	0,088	**0**	5,5	5,5	**0**	0	0	**0**	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,002	0,017	**0,015**	6	7,7	**1,7**	0	0,1	**0,1**	A	A

Fuente: Tabla 8 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control Acceso PTOI.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: San Ignacio Loyola										
0,117	0,117	**0**	5,6	5,6	**0**	0	0	**0**	A	A
Desde el Este: Acceso Planta PTOI										
0,002	0,039	**0,037**	8	13,7	**5,7**	0	0,1	**0,1**	A	A
Desde el Norte: San Ignacio Loyola										
0,189	0,208	**0,019**	6,3	8,6	**2,3**	0	0,2	**0,2**	A	A

Fuente: Tabla 9 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

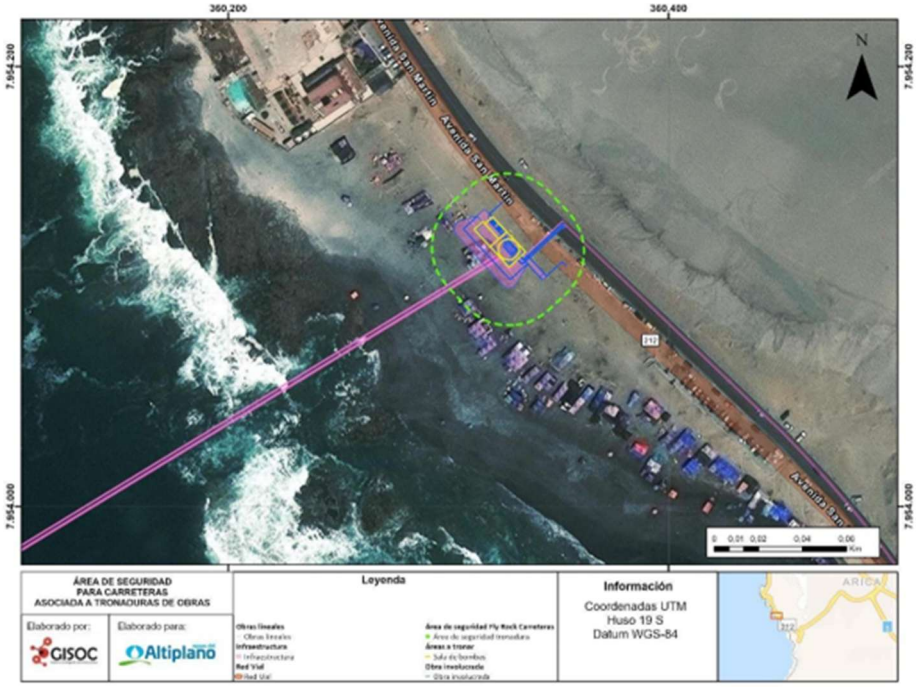
En la fase de operación, el Proyecto agrega 12 vehículos por hora al flujo vial del sector. De acuerdo con los resultados, este aumento genera cambios menores en los puntos evaluados. En el Punto de Control 01, las variaciones son muy bajas. Por ejemplo, un aumento de 0,013 en el grado de saturación significa que la vía queda solo un poco más ocupada, pero sigue funcionando normalmente. La demora aumenta apenas 0,2 segundos, lo que en la práctica es muy poco, y no se generan filas relevantes. Además, el Nivel de Servicio se mantiene en A, es decir, con circulación fluida.
En el Punto de Control 04, también se observan cambios bajos. El caso más notorio muestra un aumento de 0,015 en el grado de saturación y de 1,7 segundos en la demora. Esto quiere decir que el acceso queda algo más exigido, pero sin generar congestión importante. La fila proyectada sigue siendo mínima, de solo 0,1 vehículos, y el Nivel de Servicio se mantiene en A. En el Acceso PTOI se observan las mayores variaciones en esta fase, por ser el punto más directamente relacionado con la operación del Proyecto. Allí, el grado de saturación aumenta en hasta 0,037 y la demora en hasta 5,7 segundos. Aun así, las filas siguen siendo bajas y el Nivel de Servicio también se mantiene en A.

En resumen, durante la fase de operación algunas vías y accesos quedan un poco más ocupados y los tiempos de espera aumentan levemente, especialmente en el acceso a la PTOI, pero la circulación general del sector sigue siendo adecuada.

Además de los cambios ya descritos para la fase de construcción, existe una situación puntual que también puede influir temporalmente en los desplazamientos del sector. Esta corresponde a las tronaduras ya que, por razones de seguridad, al momento de realizarlas, se debe establecer un área de

resguardo alrededor del lugar donde se ejecutan. En este caso, la obra más cercana a la Avenida Comandante San Martín que requiere tronadura corresponde a la sala de bombas, ubicada aproximadamente a 10 metros de la vía. Para ejecutar esta actividad de forma segura, se considera un radio de seguridad de aproximadamente 30 metros, el cual se superpone con la calzada. Por esta razón, cada vez que se realice una tronadura, será necesario detener el tránsito de manera momentánea. La figura a continuación muestra el área de seguridad mencionada en relación con la vía Av. Cmdt San Martín.

Figura. Área de seguridad de tronadura respecto de carreteras.



Fuente: Figura 5 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Dicho corte será breve y puntual, con una duración estimada de 20 minutos por evento. Además, se espera que esta situación ocurra como máximo 4 veces durante toda la fase de construcción, y no más de una vez por día. Junto con ello, estas actividades se programarán en horarios que no correspondan a los momentos de mayor circulación, con el fin de reducir al máximo sus efectos sobre los desplazamientos habituales. Para realizar estas actividades de forma segura, el Proyecto deberá contar con un procedimiento específico de control, que definirá el área comprometida, la forma de aviso y el control del tránsito durante cada tronadura. Este procedimiento será revisado por la autoridad competente de la I. Municipalidad de Arica. Si bien esta situación implica un corte total momentáneo del tránsito, su duración acotada y su baja frecuencia permiten concluir que no comprometerá de manera importante la circulación del sector. En otras palabras, se trata de una medida breve, puntual y necesaria por razones de seguridad.

De todas formas, y entendiendo que este tipo de actividades puede generar preocupación o afectar la planificación diaria de quienes usan habitualmente estas vías, el Proyecto propuso un CAV orientado a

informar previamente a la comunidad sobre estos cortes, llamado "Entrega de información sobre cortes viales", el que busca que las vecinas, vecinos y usuarios habituales de la ruta conozcan con anticipación cuándo se realizarán estas actividades, de manera que puedan organizar sus desplazamientos, considerar tiempos de espera o elegir rutas alternativas si lo estiman necesario. La información será entregada antes de que se desarrollen las obras, e incluirá el cronograma de actividades, así como las medidas de señalización y seguridad asociadas. Esta difusión se realizará a través de las juntas de vecinos del sector, redes sociales, paneles informativos y también mediante avisos en radios locales, especialmente en el caso de los cortes programados por tronaduras.

En síntesis, aunque las tronaduras requieren un corte total momentáneo del tránsito por razones de seguridad, este será de muy corta duración, ocurrirá en pocas oportunidades y contará con aviso previo a la comunidad, por lo que no se prevé una afectación significativa sobre la libre circulación ni sobre los desplazamientos habituales del sector.

En síntesis, de acuerdo con el análisis presentado por el Titular, el Proyecto sí tendrá una interacción con la vialidad del sector, tanto durante la fase de construcción como durante la operación. Sin embargo, esa interacción fue estudiada en detalle y los resultados muestran que los cambios esperados son acotados y no alteran de manera importante el funcionamiento normal de las vías cercanas. Para llegar a dicha conclusión, el Titular revisó cómo funciona hoy la red vial del sector, a partir de observaciones en terreno, conteos vehiculares y análisis de los movimientos en las intersecciones más cercanas al Proyecto. Luego, esa situación actual se proyectó a los años estimados para la construcción y la operación, incorporando tanto el crecimiento normal del tránsito como el flujo adicional asociado al Proyecto. De esta manera, fue posible comparar la situación actual con la situación futura y determinar si los cambios serían o no relevantes. Los antecedentes metodológicos, modelaciones y resultados detallados de esta evaluación se presentan en el Anexo Obs. 6.17 Estudio Vial de la presente Adenda del Proyecto.

En la fase de construcción, los resultados muestran que las principales intervenciones del Proyecto sobre la vialidad se relacionan con lo siguiente:

1. Ingreso de vehículos asociados a las obras: se estima un aporte aproximado de 14 vehículos por hora. Esto se traduce en que algunas vías y accesos quedan un poco más ocupados que en la situación actual.
2. Cortes temporales de tránsito por atraviesos y otras obras: en estos casos, el tránsito se reduce momentáneamente, manteniéndose solo una pista habilitada en ciertos sectores. Esto se traduce en una mayor exigencia temporal de la vía, aunque sin generar problemas importantes de congestión.
3. Corte total momentáneo por tronaduras: por razones de seguridad, en eventos puntuales será necesario detener completamente el tránsito durante aproximadamente 20 minutos. Esto se traduce en una interrupción breve y acotada, prevista solo en pocas oportunidades durante la construcción.

Aun así, los resultados indican que las intersecciones analizadas siguen funcionando en buenas condiciones. En términos simples, algunas vías quedan un poco más ocupadas y en ciertos puntos los tiempos de espera aumentan levemente, pero no se proyectan problemas importantes de congestión, ni

formación relevante de filas, ni una pérdida importante en la calidad de circulación. De hecho, en todos los casos analizados el Nivel de Servicio se mantiene en A, lo que corresponde a una circulación fluida.

En la fase de operación, la principal intervención del Proyecto sobre la vialidad se relaciona con el ingreso de vehículos asociados al funcionamiento normal del Proyecto: se estima un aporte aproximado de 12 vehículos por hora. Esto se traduce en que algunas vías y accesos quedan levemente más ocupados que en la situación base.

Al Igual que en la fase de construcción, los resultados muestran que este cambio es bajo. En términos simples, algunas vías y accesos presentan un aumento menor en su nivel de uso y en ciertos casos los tiempos de espera suben levemente, especialmente en el acceso a la PTOI. Sin embargo, no se proyectan problemas importantes de congestión, no se generan filas relevantes y la circulación general del sector se mantiene en buenas condiciones. De hecho, en todos los puntos evaluados el Nivel de Servicio sigue siendo A, lo que corresponde a una circulación fluida.

Además de lo anterior, se revisó una situación particular asociada a las tronaduras, ya que estas requieren establecer un área de seguridad que, en algunos casos, se superpone con la vía. Por esta razón, cada tronadura implicará un corte total momentáneo del tránsito, con una duración estimada de 20 minutos por evento. No obstante, esta situación será puntual y de baja frecuencia, ya que se prevé un máximo de 4 eventos durante toda la fase de construcción, con un máximo de uno por día, y además serán programados en horarios distintos a los de mayor circulación. Por ello, aun cuando se trata de un corte completo momentáneo, no se prevé que afecte de manera significativa los desplazamientos habituales del sector.

Respecto de este punto, el Titular presentó el CAV "*Entrega de información sobre cortes viales*" cuyo objetivo es "*dar a conocer a las unidades vecinales de las áreas próximas al área de obras, particularmente a los atraviesos, obras eléctricas y tronaduras que deberán ser desarrollados por el Proyecto, el cronograma y plan de señalización que será implementado mientras ellas se extiendan. Dado que estas actividades inciden sobre vías que pueden ser utilizadas eventualmente por otros usuarios, el compromiso también busca informar a población general*" (ver Cuadro 7.12 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Esto permitirá que vecinas, vecinos y usuarios habituales de la ruta conozcan con anticipación cuándo se realizarán estas actividades, de modo que puedan organizar sus viajes, considerar tiempos de espera o elegir rutas alternativas si así lo requieren. Esta información será difundida a través de juntas de vecinos, redes sociales, radios locales y otros medios de apoyo.

El análisis realizado por el Titular, permite observar que si bien el Proyecto genera cambios en la vialidad, estos son menores, temporales o acotados, según la fase y la actividad considerada, por lo que no se proyectan alteraciones significativas tanto en la conectividad del sector, en la libre circulación o en los tiempos habituales de desplazamiento de la comunidad. Por esta razón, se concluye que la vialidad del entorno seguirá funcionando de manera adecuada tanto durante la construcción como durante la operación del Proyecto.

Observación N° 161:

Prohibición de libre tránsito: su proyecto interrumpirá una vía de gran importancia de desplazamiento hacia el borde costero, centro, retorno de pobladores a sus viviendas, que se verán obligados a retornar a sus casas por el centro de la ciudad.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la vialidad y el transporte, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada, se informa que si bien, habrá una inyección de vehículos y obras, en vías de importancia, como las Avenidas Comandante San Martín y San Ignacio de Loyola, los tiempos de demora en estas avenidas no aumentarán significativamente. Para corroborar lo señalado, a continuación, se presenta cuadro sobre el aumento de la demanda en el flujo vehicular en las avenidas mencionadas:

Cuadro. Variación de Demanda del flujo vial.

Variación de Demanda de flujo vial		
	Av. Comandante San Martín	Av. San Ignacio Loyola
Demanda actual Flujo [Veh/día]	4.777	4.186
Flujo del proyecto [Veh/año]	10.986	10.896
Flujo del proyecto [Veh/día]	42	42
Flujo total con Proyecto [Veh/día]	4.819	4.228
% de aumento	0,88%	1,00%

En cuanto a las obras que se realizarán, durante el proceso de evaluación, el Titular presentó la información respecto de los cortes previstos en las vías de tránsito vehicular (ver Anexo 6.17 Estudio Vial y Anexo 6.17 Estudio Vial Apéndice de la Adenda Complementaria). Específicamente en las avenidas Comandante San Martín y San Ignacio de Loyola, considerando el impacto potencial en la conectividad vial, el acceso a fuentes de trabajo, zonas recreativas y su función como vías de escape en caso de emergencia.

1. Avenida Comandante San Martín (Atraviesos N°1, N°2 y N°3):

2. Para la instalación de las tuberías en los atraviesos N°1, N°2 y N°3, se implementará un método de trabajo progresivo. Inicialmente, se realizará una excavación de zanja en un sentido de la calzada.
3. Se colocará una estructura metálica temporal sobre la zanja abierta al término de cada jornada laboral para permitir el libre tránsito vehicular.
4. Una vez instalada la tubería en un lado de la calzada, este será restaurado antes de proceder con la excavación y tubería del otro lado.
5. Este procedimiento asegura que, en ningún momento, se pierda la conectividad vehicular total en la avenida.
6. Duración estimada de las obras:
1. La intervención por cada atravieso se completará en un plazo máximo de dos jornadas laborales.
2. En el tramo recto, la intervención se realizará por secciones, avanzando un 20% por jornada laboral. Esto permitirá la habilitación progresiva de la vía.

3. Calle San Ignacio de Loyola (Atravieso N°4):
4. Similar al de la avenida Comandante San Martín, la instalación de la tubería se llevará a cabo de manera progresiva. Se realizarán excavaciones por mitades de la calzada, utilizando placas metálicas temporales para garantizar la continuidad del tránsito entre jornadas laborales.
5. Este procedimiento se completará en un plazo máximo de dos jornadas laborales.

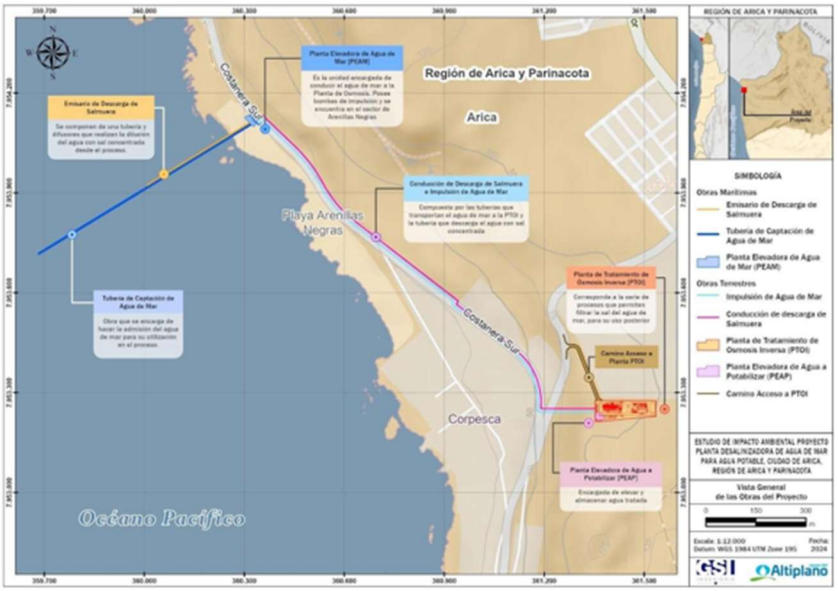
Las medidas de control que el Proyecto implementará respecto del componente de vialidad para evitar impacto sobre el tránsito vehicular se encuentran las siguientes:

6. Durante las obras se implementarán procedimientos que aseguren la restauración inmediata de la calzada intervenida a su condición normal.
7. Se trabajará fuera de los meses estivales para minimizar el impacto en las vías durante los periodos de mayor uso.
8. No se instalarán obstáculos permanentes ni se afectarán paradas o paraderos de transporte público, lo que garantiza que no se alterará la conectividad vial.

Respecto al perfil angosto y pendiente de la vía de acceso a estas instalaciones, el Proyecto ha considerado que las obras no requerirán cortes prolongados en esta vía, toda vez que los movimientos de equipos y materiales se realizarán bajo un plan de tránsito controlado, garantizando el paso seguro y continuo de vehículos.

De manera complementaria a la consulta realizada, para poder informar de manera adecuada respecto del impacto vial del Proyecto, en la figura siguiente se puede observar la identificación de los componentes más importantes del Proyecto, entre ellos el camino de acceso a la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), la PTOI, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), la Planta Elevadora de Agua a Potabilizar (PEAP) y otras instalaciones asociadas. Esta vista general permite entender mejor dónde se ubica cada elemento y cómo se relacionan entre sí, lo que ayuda a seguir con mayor claridad la explicación que se desarrolla más adelante sobre accesos, intersecciones y circulación vehicular.

Figura. Vista general del proyecto con etiquetas.



Fuente: Figura 1 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Respecto de la preocupación planteada por la comunidad sobre una posible afectación a la vialidad del sector, se informa que el Titular presentó un Estudio de Vialidad (ver Anexo 6.17 de la Adenda Complementaria), en donde muestra que realizó una revisión específica para entender de qué manera la fase de construcción y operación del Proyecto podrían cambiar el funcionamiento de las calles y accesos cercanos. Para hacer dicho análisis, lo primero que realizó fue conocer cómo funciona hoy la vialidad en el sector. Para eso, se realizó una observación directamente en terreno respecto del tránsito en las intersecciones y vías cercanas al Proyecto. En esas visitas se contabilizó cuántos vehículos pasan, en qué horarios circulan más, hacia dónde se mueven y cuáles son los momentos de mayor actividad. Con esa información se pudo construir una imagen real de la situación actual del sector, es decir, una base sobre la cual comparar luego lo que ocurriría con el Proyecto. Los puntos de control fueron los siguientes:

Figura. Ubicación de puntos de control.



Fuente: Figura 2 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Si bien el análisis vial consideró cinco puntos de control dentro de la red asociada al Proyecto, se puso especial atención en aquellos sectores que se encuentran más próximos a las obras y, por lo tanto, más directamente relacionados con los cambios esperados durante la construcción y operación. En ese contexto, los puntos más relevantes para esta evaluación fueron los siguientes:

Tabla. Puntos de control vehicular.

Punto de Control	Intersección	Observaciones
PC-01	Av. Cmdte San Martin – San Ignacio Loyola	Abarca los vehículos que provienen desde la PEAM[1] hasta la PEAP[2] y PTOI[3], y viceversa
PC-04	Av. Cmdte San Martin – Acceso PEAM	Abarca los vehículos que provienen desde la PEAP y la PTOI hacia el acceso de la PEAM.

Fuente: Tabla 1 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Estos dos puntos fueron considerados especialmente importantes porque se ubican en las inmediaciones del Proyecto y permiten representar de mejor manera cómo podrían percibirse sus efectos sobre la circulación local. En otras palabras, aunque el estudio revisó una red vial más amplia, estos dos sectores son los que mejor reflejan la situación de las vías cercanas a las obras y a los accesos principales del Proyecto. Además, se incorporaron al estudio los accesos vinculados directamente al Proyecto, incluyendo el Camino de Acceso a la PTOI. De esta forma, la modelación permitió representar de mejor manera el funcionamiento vial del entorno inmediato del Proyecto y no solo de las vías generales del sector.

A continuación, se presentan los diagramas de movimiento de los puntos de control PC-01 y PC-04, los cuales muestran cómo circulan los vehículos en cada intersección y qué maniobras realizan. Junto con ello, se describe el flujo de vehículos por hora registrado en cada punto durante el período de medición, con el fin de identificar la hora punta, es decir, el horario en que se concentra la mayor demanda vehicular y que, por lo mismo, representa la condición más exigente para evaluar el funcionamiento de la red vial.

Figura. Diagrama de movimiento de las intersecciones PC-01 y PC-04 respectivamente.



Fuente: Figura 3 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

A partir de los conteos realizados en terreno en los puntos de control PC-01 y PC-04, fue posible conocer cómo funciona actualmente la vialidad del sector y definir la condición base del análisis. En ambos puntos, la hora punta mañana se identificó entre las 08:00 y 09:00 horas, ya que corresponde al período en que se registra la mayor circulación de vehículos. En el caso del punto de control PC-01, ubicado en la intersección Avenida Comandante San Martín con San Ignacio Loyola, durante la hora punta se registró un flujo de 761 vehículos por hora (veh/h).

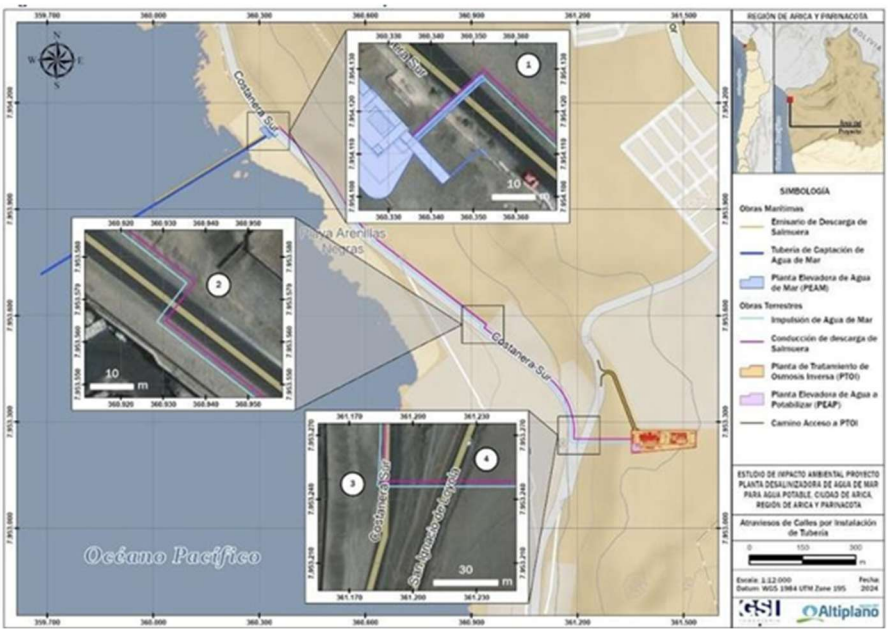
Al llevar ese flujo a una unidad comparable, el resultado corresponde a 933 vehículos equivalentes4 por hora (VEQ/h). Por su parte, en el punto de control PC-04, ubicado en la intersección Avenida Comandante San Martín con Acceso PEAM, durante la hora punta se registró un flujo de 826 vehículos por hora (veh/h). Al expresarlo en términos comparables, este valor corresponde a 901 vehículos equivalentes por hora (VEQ/h). Esta diferencia entre veh/h y VEQ/h se debe a que no todos los vehículos afectan la vía de la misma manera. Por ejemplo, un automóvil liviano no ocupa el mismo espacio ni genera la misma exigencia sobre la circulación que un camión o un vehículo de mayor tamaño. Por eso, para analizar correctamente la carga real que recibe una vía, los vehículos se estandarizan en una unidad común llamada vehículos equivalentes por hora (VEQ/h). Esto permite comparar de mejor manera los flujos y representar con más precisión cómo funciona la intersección en la práctica.

A partir de esa situación base, el Titular hizo una proyección para dos momentos distintos: por un lado, el año 2027, que corresponde al período estimado de construcción, y por otro, el año 2030, que corresponde al escenario estimado de operación. Para realizar esta proyección se consideró no solo el funcionamiento actual de la red vial, sino también el crecimiento esperado del tránsito en el tiempo, utilizando para ello las tasas de proyección recomendadas por el Ministerio de Desarrollo Social (MDS). De esta forma, fue posible estimar cómo podría comportarse la vialidad en el futuro, tanto por el aumento normal de vehículos en el sector como por la incorporación del flujo asociado al Proyecto.

Al hacer esa revisión, se observó que el Proyecto, efectivamente, sí tendrá una interacción con la vialidad. Es decir, no se concluyó que no habrá cambios, porque sí los habrá. Sin embargo, lo importante fue determinar qué tan grandes son esos cambios y si tienen la capacidad de alterar de manera importante la circulación habitual del sector.

Para la fase de construcción, se identificaron dos tipos principales de efectos. El primero tiene que ver con intervenciones temporales en las vías. En total, se contemplan cuatro cortes temporales: tres de ellos en Avenida Comandante San Martín y San Ignacio de Loyola, donde el tránsito se reducirá momentáneamente a solo una de las dos pistas o vías existentes, y un cuarto caso en el sector de la PEAM, donde por razones de seguridad se contempla un corte total de paso por aproximadamente 20 minutos. Este último corresponde a una situación puntual, no permanente, y se asocia a una actividad específica de la construcción.

Figura. Cortes de calle por obras del proyecto.



Fuente: Figura 4 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Los cuadros que se presentan a continuación comparan la situación actual de la vialidad con la situación proyectada con el Proyecto, para conocer si los cambios esperados durante la fase de construcción podrían afectar de manera importante la circulación en los puntos analizados. A saber:

9. Primero es el grado de saturación, que muestra qué tan exigida está una vía o una intersección en relación con la capacidad que tiene para recibir vehículos. Este valor no se expresa en segundos ni en cantidad de vehículos, sino como una relación numérica. Mientras más bajo es el valor, más holgada funciona la vía; en cambio, valores cercanos a 1 indican que la vía comienza a operar cerca de su capacidad.
10. El segundo indicador es la demora promedio, que corresponde al tiempo adicional que un vehículo debe esperar o perder al pasar por una intersección. Este indicador se muestra en segundos [s]. Mientras menor sea este valor, más fluida es la circulación.
11. El tercer indicador es el largo de cola, que muestra si se forman filas de vehículos y cuántos vehículos se acumulan. Este valor se expresa en vehículos [veh]. Valores bajos indican que no se generan acumulaciones relevantes.
12. El cuarto indicador es el nivel de servicio, que es una forma simple de resumir cómo funciona la circulación en una vía o intersección. Se representa con letras, desde A hasta F. Un Nivel de Servicio A indica circulación muy fluida, mientras que niveles más bajos representan condiciones de mayor congestión.

Además, en cada indicador aparecen tres columnas que permiten comparar los resultados. La columna “Sit. Base” muestra la condición actual o de referencia, es decir, cómo funciona hoy ese punto sin considerar el aporte del Proyecto. La columna “Sit. Proy.” muestra la condición proyectada, incorporando el tránsito asociado al Proyecto. Finalmente, la columna “Variación (Δ)” indica cuánto cambia el valor entre una situación y otra, permitiendo ver con claridad si el efecto del Proyecto es menor o más relevante.

De esta manera, los cuadros permiten comparar de forma directa si en cada punto analizado aumentan de manera importante la ocupación de la vía, los tiempos de espera, la formación de filas o el nivel general de servicio de la circulación. A continuación, se presentan los resultados más representativos de la fase de construcción, correspondientes a aquellos casos donde se observan las mayores variaciones respecto de la situación base.

En los casos de los atraviesos 1, 2 y 3, el PC-04 sirvió como punto de control para la evaluación de los efectos. Durante la construcción de estos atraviesos, el tránsito se mantendrá por una sola pista, por lo que el análisis buscó verificar si esa reducción temporal podría generar problemas relevantes en la circulación. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla. Variación Indicadores corte de vías Av. Cmdte San Martín.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,112	0,223	**0,111**	6,4	6,4	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,08	0,08	**0**	5,5	5,5	**0**	0	0	**0**	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,017	0,017	**0**	7,4	7,4	**0**	0,1	0,1	**0**	A	A

Fuente: Tabla 2 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En el caso del atravieso 4, se utilizó el PC-01 para la evaluación. Los resultados del análisis corresponden a los siguientes:

Tabla. Variación Indicadores corte de vías San Ignacio de Loyola.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,024	0,024	**0**	6,1	6,1	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,076	0,152	**0,076**	6,8	6,8	**0**	0,3	0,3	**0**	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,065	0,065	**0**	6,3	6,3	**0**	0	0	**0**	A	A

Fuente: Tabla 3 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En el caso de los cortes temporales de vías, los resultados muestran que el cambio más visible se produce en algunos movimientos específicos, pero sin generar un deterioro importante en la circulación general. Para el corte evaluado en Av. Cmdte. San Martín, el cambio más notorio se observa en el movimiento de Sur a Este, donde el grado de saturación pasa de 0,112 a 0,223, con una variación de 0,111. En términos simples, esto significa que durante el corte la vía queda más ocupada que en la situación

proyectada sin corte, pero sigue funcionando con margen y sin llegar a una condición de congestión. Además, en este caso no aumentan los tiempos de espera, no se forman filas adicionales y el Nivel de Servicio se mantiene en A, lo que indica que la circulación sigue siendo fluida.

En el caso del corte evaluado en San Ignacio de Loyola, el principal cambio se observa en el movimiento de Norte a Este, donde el grado de saturación aumenta de 0,076 a 0,152, con una variación de 0,076. Esto quiere decir que la intersección funciona con una mayor ocupación momentánea mientras se realiza el corte, pero aun así mantiene una operación adecuada. Al igual que en el caso anterior, no se observan aumentos en la demora, no cambian las colas y el Nivel de Servicio también se mantiene en A.

El segundo efecto de la fase de construcción tiene relación con el aumento de vehículos asociados a las obras. En este caso, se estimó que el Proyecto agregará aproximadamente 14 vehículos por hora al sistema vial del sector. Esto significa que, además de los vehículos que normalmente ya circulan por esas calles, durante la construcción se sumará un número acotado de viajes relacionados con trabajadores, equipos, materiales y operación de faenas.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control 01.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,024	0,024	0	6,1	6,1	0	0	0	0	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,063	0,076	0,013	6,7	6,8	0,1	0,3	0,3	0	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,051	0,065	0,014	6,1	6,3	0,2	0	0	0	A	A

Fuente: Tabla 4 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control 04.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,1	0,112	0,012	5,5	6,4	0,9	0	0	0	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,08	0,08	0	5,5	5,5	0	0	0	0	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,002	0,017	0,015	6	7,3	1,3	0	0,1	0,1	A	A

Fuente: Tabla 5 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control Acceso PTOI.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: San Ignacio Loyola										
0,08	0,08	**0**	5,5	5,5	**0**	0	0	**0**	A	A
Desde el Este: Acceso Planta PTOI										
0,002	0,031	**0,029**	7,2	10,7	**3,5**	0	0,1	**0,1**	A	A
Desde el Norte: San Ignacio Loyola										
0,157	0,175	**0,018**	6	7,5	**1,5**	0	0,2	**0,2**	A	A

Fuente: Tabla 6 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En la fase de construcción, los resultados muestran que los cambios en los puntos evaluados son bajos. Por ejemplo, cuando el grado de saturación aumenta en 0,013 o 0,014, eso significa que la vía queda solo un poco más ocupada que antes, pero sigue funcionando con holgura, sin acercarse a una condición de congestión. Algo similar ocurre con la demora promedio. Cuando la diferencia es de 0,1, 0,2 o incluso 1,3 segundos, quiere decir que el tiempo adicional de espera para los vehículos es muy pequeño y difícilmente perceptible en la experiencia habitual de circulación.

En el caso del largo de cola, los valores proyectados de 0,1 o 0,2 vehículos indican que prácticamente no se forman filas relevantes. Es decir, no se espera una acumulación importante de vehículos en estos puntos. Además, en todos los casos el Nivel de Servicio se mantiene en A, que corresponde a una condición de circulación fluida. En otras palabras, aunque el Proyecto sí genera una variación, esta es menor y no cambia de forma importante cómo funciona la vialidad en los sectores analizados.

En resumen, los valores más significativos de la fase de construcción se observan principalmente en el Acceso PTOI y, en menor medida, en el PC-04. Sin embargo, aun en esos casos, las variaciones indican solo un aumento leve en la ocupación de las vías y en los tiempos de espera. No se proyectan filas relevantes ni un deterioro en la calidad de circulación, ya que todos los puntos evaluados mantienen un Nivel de Servicio A. En términos simples, esto quiere decir que durante la construcción habrá cambios, pero estos serían menores y no alteran de manera importante el funcionamiento normal de la red vial cercana al Proyecto. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Entrega de información sobre cortes viales*" cuyo objetivo es "*dar a conocer a las unidades vecinales de las áreas próximas al área de obras, particularmente a los atraviesos, obras eléctricas y tronaduras que deberán ser desarrollados por el Proyecto, el cronograma y plan de señalización que será implementado mientras ellas se extiendan. Dado que estas actividades inciden sobre vías que pueden ser utilizadas eventualmente por otros usuarios, el compromiso también busca informar a población general*" (ver Cuadro 7.12 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Para la fase de operación, el análisis mostró que el efecto es más bajo que en la fase de construcción. En ese escenario, el Proyecto aportaría aproximadamente 12 vehículos por hora al flujo vial del sector. Es decir, una vez terminadas las obras, el funcionamiento habitual del Proyecto generará un aumento menor de tránsito respecto de lo que ocurre durante la fase constructiva.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control 01.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,026	0,026	0	6	6	0	0	0	0	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,068	0,081	0,013	6,1	6,3	0,2	0,3	0,3	0	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,057	0,07	0,013	6,1	6,3	0,2	0	0	0	A	A

Fuente: Tabla 7 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control 04.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,11	0,122	0,012	5,5	6,6	1,1	0	0	0	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,088	0,088	0	5,5	5,5	0	0	0	0	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,002	0,017	0,015	6	7,7	1,7	0	0,1	0,1	A	A

Fuente: Tabla 8 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control Acceso PTOI.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: San Ignacio Loyola										
0,117	0,117	0	5,6	5,6	0	0	0	0	A	A
Desde el Este: Acceso Planta PTOI										
0,002	0,039	0,037	8	13,7	5,7	0	0,1	0,1	A	A
Desde el Norte: San Ignacio Loyola										
0,189	0,208	0,019	6,3	8,6	2,3	0	0,2	0,2	A	A

Fuente: Tabla 9 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En la fase de operación, el Proyecto agrega 12 vehículos por hora al flujo vial del sector. De acuerdo con los resultados, este aumento genera cambios menores en los puntos evaluados. En el Punto de Control 01, las variaciones son muy bajas. Por ejemplo, un aumento de 0,013 en el grado de saturación significa que la vía queda solo un poco más ocupada, pero sigue funcionando normalmente. La demora aumenta apenas 0,2 segundos, lo que en la práctica es muy poco, y no se generan filas relevantes. Además, el Nivel de Servicio se mantiene en A, es decir, con circulación fluida.

En el Punto de Control 04, también se observan cambios bajos. El caso más notorio muestra un aumento de 0,015 en el grado de saturación y de 1,7 segundos en la demora. Esto quiere decir que el acceso queda algo más exigido, pero sin generar congestión importante. La fila proyectada sigue siendo mínima, de solo 0,1 vehículos, y el Nivel de Servicio se mantiene en A. En el Acceso PTOI se observan las mayores variaciones en esta fase, por ser el punto más directamente relacionado con la operación del Proyecto. Allí, el grado de saturación aumenta en hasta 0,037 y la demora en hasta 5,7 segundos. Aun así, las filas siguen siendo bajas y el Nivel de Servicio también se mantiene en A.

En resumen, durante la fase de operación algunas vías y accesos quedan un poco más ocupados y los tiempos de espera aumentan levemente, especialmente en el acceso a la PTOI, pero la circulación general del sector sigue siendo adecuada.

Además de los cambios ya descritos para la fase de construcción, existe una situación puntual que también puede influir temporalmente en los desplazamientos del sector. Esta corresponde a las tronaduras ya que, por razones de seguridad, al momento de realizarlas, se debe establecer un área de resguardo alrededor del lugar donde se ejecutan. En este caso, la obra más cercana a la Avenida Comandante San Martín que requiere tronadura corresponde a la sala de bombas, ubicada aproximadamente a 10 metros de la vía. Para ejecutar esta actividad de forma segura, se considera un radio de seguridad de aproximadamente 30 metros, el cual se superpone con la calzada. Por esta razón, cada vez que se realice una tronadura, será necesario detener el tránsito de manera momentánea. La figura a continuación muestra el área de seguridad mencionada en relación con la vía Av. Cmdt San Martín.

Figura. Área de seguridad de tronadura respecto de carreteras.



Fuente: Figura 5 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Dicho corte será breve y puntual, con una duración estimada de 20 minutos por evento. Además, se espera que esta situación ocurra como máximo 4 veces durante toda la fase de construcción, y no más de una vez por día. Junto con ello, estas actividades se programarán en horarios que no correspondan a los momentos de mayor circulación, con el fin de reducir al máximo sus efectos sobre los desplazamientos habituales. Para realizar estas actividades de forma segura, el Proyecto deberá contar con un procedimiento específico de control, que definirá el área comprometida, la forma de aviso y el control del tránsito durante cada tronadura. Este procedimiento será revisado por la autoridad competente de la I. Municipalidad de Arica. Si bien esta situación implica un corte total momentáneo del tránsito, su duración acotada y su baja frecuencia permiten concluir que no comprometerá de manera importante la circulación del sector. En otras palabras, se trata de una medida breve, puntual y necesaria por razones de seguridad.

De todas formas, y entendiendo que este tipo de actividades puede generar preocupación o afectar la planificación diaria de quienes usan habitualmente estas vías, el Proyecto propuso un CAV orientado a informar previamente a la comunidad sobre estos cortes, llamado “Entrega de información sobre cortes viales”, el que busca que las vecinas, vecinos y usuarios habituales de la ruta conozcan con anticipación cuándo se realizarán estas actividades, de manera que puedan organizar sus desplazamientos, considerar tiempos de espera o elegir rutas alternativas si lo estiman necesario. La información será entregada antes de que se desarrollen las obras, e incluirá el cronograma de actividades, así como las medidas de señalización y seguridad asociadas. Esta difusión se realizará a través de las juntas de vecinos del sector, redes sociales, paneles informativos y también mediante avisos en radios locales, especialmente en el caso de los cortes programados por tronaduras.

En síntesis, aunque las tronaduras requieren un corte total momentáneo del tránsito por razones de seguridad, este será de muy corta duración, ocurrirá en pocas oportunidades y contará con aviso previo a la comunidad, por lo que no se prevé una afectación significativa sobre la libre circulación ni sobre los desplazamientos habituales del sector.

En síntesis, de acuerdo con el análisis presentado por el Titular, el Proyecto sí tendrá una interacción con la vialidad del sector, tanto durante la fase de construcción como durante la operación. Sin embargo, esa interacción fue estudiada en detalle y los resultados muestran que los cambios esperados son acotados y no alteran de manera importante el funcionamiento normal de las vías cercanas. Para llegar a dicha conclusión, el Titular revisó cómo funciona hoy la red vial del sector, a partir de observaciones en terreno, conteos vehiculares y análisis de los movimientos en las intersecciones más cercanas al Proyecto. Luego, esa situación actual se proyectó a los años estimados para la construcción y la operación, incorporando tanto el crecimiento normal del tránsito como el flujo adicional asociado al Proyecto. De esta manera, fue posible comparar la situación actual con la situación futura y determinar si los cambios serían o no relevantes. Los antecedentes metodológicos, modelaciones y resultados detallados de esta evaluación se presentan en el Anexo Obs. 6.17 Estudio Vial de la presente Adenda del Proyecto.

En la fase de construcción, los resultados muestran que las principales intervenciones del Proyecto sobre la vialidad se relacionan con lo siguiente:

13. Ingreso de vehículos asociados a las obras: se estima un aporte aproximado de 14 vehículos por hora. Esto se traduce en que algunas vías y accesos quedan un poco más ocupados que en la situación actual.
14. Cortes temporales de tránsito por atraviesos y otras obras: en estos casos, el tránsito se reduce momentáneamente, manteniéndose solo una pista habilitada en ciertos sectores. Esto se traduce en una mayor exigencia temporal de la vía, aunque sin generar problemas importantes de congestión.
15. Corte total momentáneo por tronaduras: por razones de seguridad, en eventos puntuales será necesario detener completamente el tránsito durante aproximadamente 20 minutos. Esto se traduce en una interrupción breve y acotada, prevista solo en pocas oportunidades durante la construcción.

Aun así, los resultados indican que las intersecciones analizadas siguen funcionando en buenas condiciones. En términos simples, algunas vías quedan un poco más ocupadas y en ciertos puntos los tiempos de espera aumentan levemente, pero no se proyectan problemas importantes de congestión, ni formación relevante de filas, ni una pérdida importante en la calidad de circulación. De hecho, en todos los casos analizados el Nivel de Servicio se mantiene en A, lo que corresponde a una circulación fluida.

En la fase de operación, la principal intervención del Proyecto sobre la vialidad se relaciona con el ingreso de vehículos asociados al funcionamiento normal del Proyecto: se estima un aporte aproximado de 12 vehículos por hora. Esto se traduce en que algunas vías y accesos quedan levemente más ocupados que en la situación base.

Al Igual que en la fase de construcción, los resultados muestran que este cambio es bajo. En términos simples, algunas vías y accesos presentan un aumento menor en su nivel de uso y en ciertos casos los tiempos de espera suben levemente, especialmente en el acceso a la PTOI. Sin embargo, no se proyectan problemas importantes de congestión, no se generan filas relevantes y la circulación general del sector se mantiene en buenas condiciones. De hecho, en todos los puntos evaluados el Nivel de Servicio sigue siendo A, lo que corresponde a una circulación fluida.

Además de lo anterior, se revisó una situación particular asociada a las tronaduras, ya que estas requieren establecer un área de seguridad que, en algunos casos, se superpone con la vía. Por esta razón, cada tronadura implicará un corte total momentáneo del tránsito, con una duración estimada de 20 minutos por evento. No obstante, esta situación será puntual y de baja frecuencia, ya que se prevé un máximo de 4 eventos durante toda la fase de construcción, con un máximo de uno por día, y además serán programados en horarios distintos a los de mayor circulación. Por ello, aun cuando se trata de un corte completo momentáneo, no se prevé que afecte de manera significativa los desplazamientos habituales del sector.

Junto con ello, el Proyecto incorpora un Compromiso Ambiental Voluntario (“Entrega de información sobre cortes viales”) para informar previamente a la comunidad sobre estos cortes y otras intervenciones que puedan afectar la circulación. Esto permitirá que vecinas, vecinos y usuarios habituales de la ruta conozcan con anticipación cuándo se realizarán estas actividades, de modo que puedan organizar sus

viajes, considerar tiempos de espera o elegir rutas alternativas si así lo requieren. Esta información será difundida a través de juntas de vecinos, redes sociales, radios locales y otros medios de apoyo.

El análisis realizado por el Titular permite observar que si bien el Proyecto genera cambios en la vialidad, estos son menores, temporales o acotados, según la fase y la actividad considerada, por lo que no se proyectan alteraciones significativas tanto en la conectividad del sector, en la libre circulación o en los tiempos habituales de desplazamiento de la comunidad. Por esta razón, se concluye que la vialidad del entorno seguirá funcionando de manera adecuada tanto durante la construcción como durante la operación del Proyecto.

Observación N° 162:

Contaminación acústica, olor, vibraciones, acopio de residuos marinos: La construcción de una planta desalinizadora cerca de los nuevos departamentos y la construcción de nuevas viviendas en el sector va a afectar a sus moradores ya que va a estar muy cerca de una zona urbana.

Evaluación técnica de la observación:

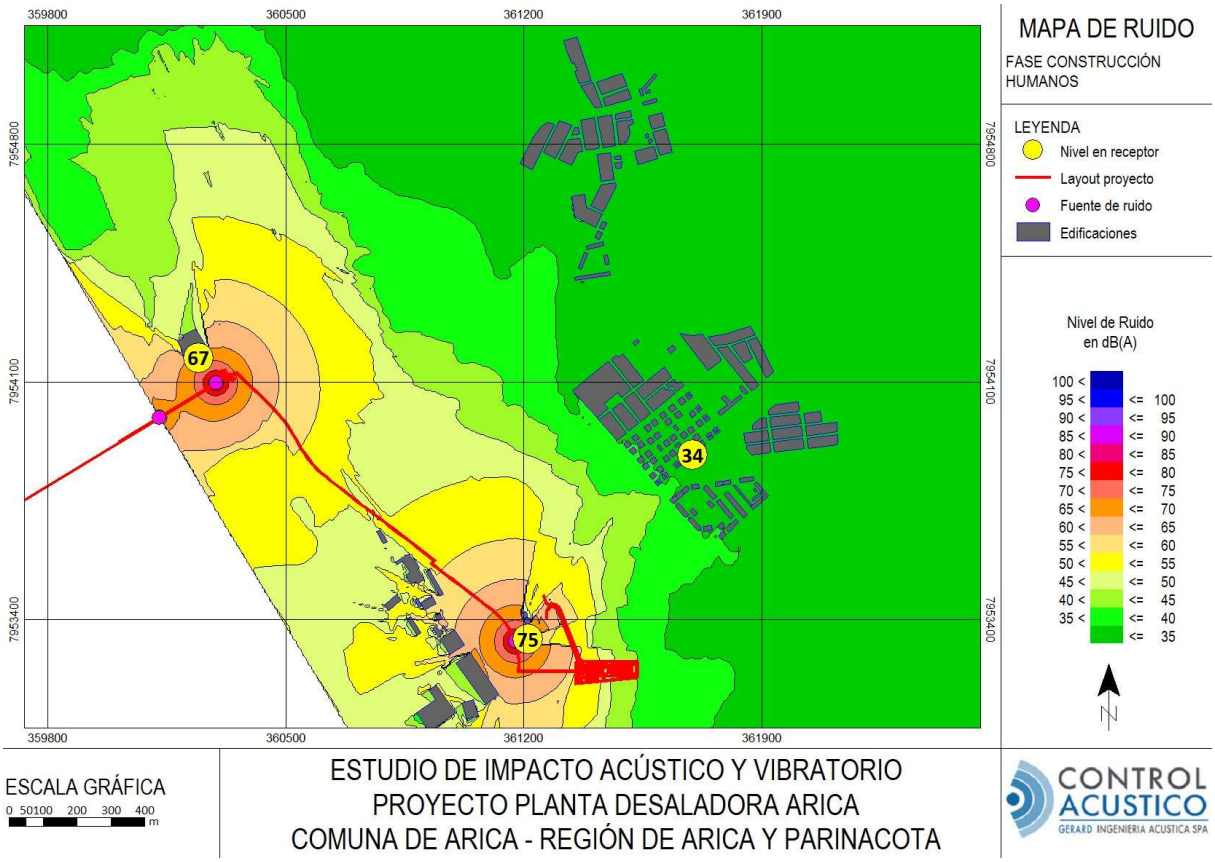
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Proyecto se emplaza cercano al sector industrial de la zona sur de la comuna, formando parte del límite urbano de la comuna, como se indica en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Respecto a ruido y vibraciones, en el Anexo 1.6 de la Adenda Complementaria se presentan los resultados de la modelación de ruido. En este sentido, en el numeral 7.2 se presenta la modelación de ruido. Los resultados se entregan mediante mapas de propagación sonora cuya coloración está referida a una altura de 1,5 [m] del suelo y tablas de valores.

Figura. Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] en fase construcción – humanos



Fuente: Ilustración 17, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Tabla. Evaluación preliminar de cumplimiento D.S. N°38/11 del MMA en fase construcción, periodo diurno

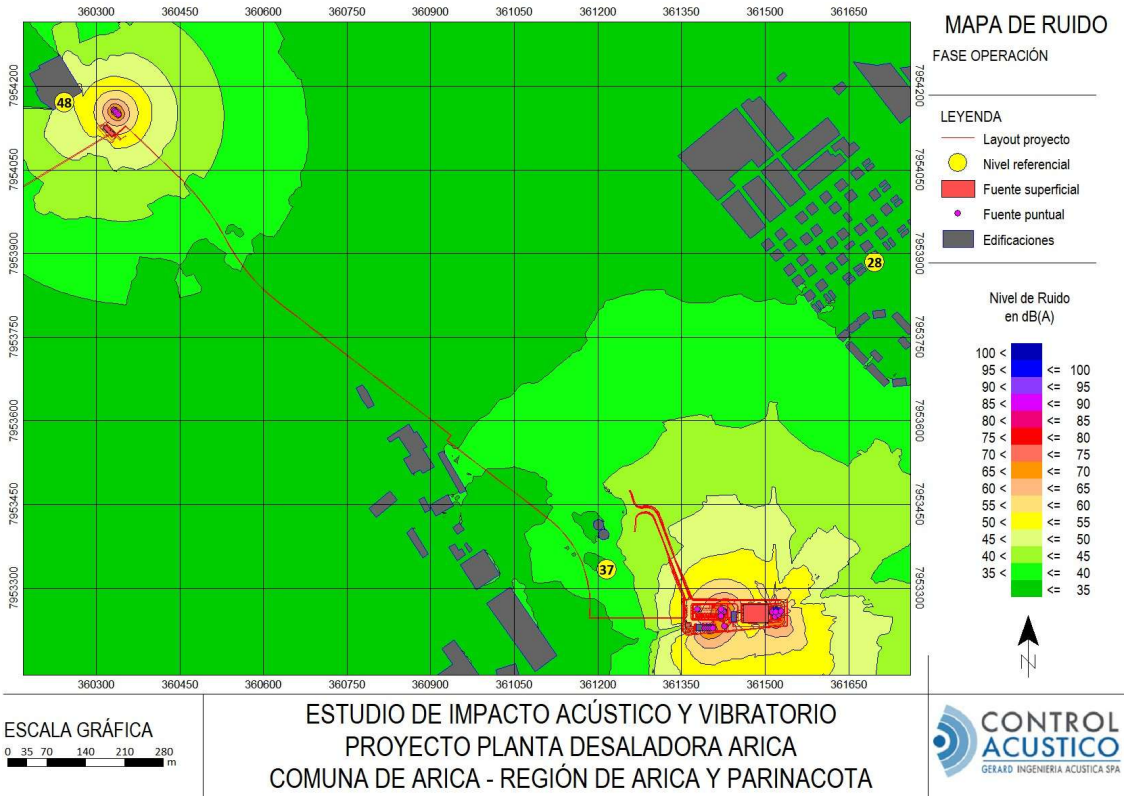
Punto	Piso	NPSeq modelado [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Evaluación
1	1	67	70	No supera
	2	67	70	No supera
	3	67	70	No supera
	4	67	70	No supera
2	1	75	65	Supera en 10 [dB]
3	1	31	65	No supera
	2	32	65	No supera
	3	34	65	No supera
	4	34	65	No supera

Fuente: Tabla 45, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

De la tabla anterior se observa que el punto 2 supera de forma preliminar los máximos permitidos por el D.S. N° 38/2011 del MMA en 10 [dB], por lo que se incorporan medidas de control de ruido.

En la fase de operación, por otra parte, las emisiones esperadas para la fase de operación no superan los máximos que establece el D.S. N° 38/11 del MMA, como se presenta en la Figura y Tabla a continuación.

Figura. Mapa de propagación sonora según NPSeq en [dB(A)] en fase de operación



Fuente: Ilustración 21, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

Tabla. Evaluación de cumplimiento D.S. N°38/11 del MMA en fase de operación

Punto	Piso	NPSeq modelado [dB(A)]	Máximo permitido Periodo diurno [dB(A)]	Evaluación	Máximo permitido Periodo nocturno [dB(A)]	Evaluación
1	1	46	70	No supera	70	No supera
	2	48	70	No supera	70	No supera
	3	48	70	No supera	70	No supera
	4	48	70	No supera	70	No supera
2	1	37	65	No supera	50	No supera
3	1	22	65	No supera	50	No supera
	2	24	65	No supera	50	No supera
	3	27	65	No supera	50	No supera
	4	28	65	No supera	50	No supera

Fuente: Tabla 47, Anexo 1.6, Adenda Complementaria.

En relación con la generación de olores, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 2 de la adenda Excepcional, la emisión de olores se relaciona con la tierra dragada durante la fase de construcción, específicamente se implementará una metodología que consiste en cubrir el suelo marino extraído con suelo seco proveniente de las excavaciones terrestres.

Esta práctica ayudará a minimizar la liberación de olores desagradables al ambiente. De esta manera, cada vez que se realice una excavación en el suelo marino, se aplicará una capa de suelo seco sobre el área dragada, lo que contribuirá a reducir la exposición al aire y la luz solar, mitigando así los malos olores. Este enfoque garantizará una gestión efectiva de los residuos y proporcionará un entorno de trabajo más seguro y cómodo tanto para los trabajadores, como para las comunidades circundantes.

Para el caso de los olores durante la fase de operación, es importante señalar que las plantas de tratamiento de Osmosis Inversa no generan olores molestos. Esto se justifica debido a que no existen factores de emisión de olores asociados con este proceso.

Sin embargo, como medida precautoria para garantizar la salud y el bienestar de la población, se ha establecido un Compromiso Ambiental Voluntario denominado “Seguimiento de quejas por olores”, cuyo detalle se presenta en el Anexo 7 de la Adenda Excepcional. En este caso, ante alguna queja o evidencia de reclamo, se llevará a cabo un seguimiento mediante la realización de una medición de olores para identificar las causas subyacentes. Posteriormente, se propondrán las medidas correctivas con el fin de reducir los olores en los receptores cercanos al proyecto.

En conclusión, se evalúa la emisión de ruido y vibraciones, olor y acopio de residuos marinos, estableciéndose las medidas para disminuir los impactos asociados a la construcción del proyecto en zonas aledañas. En la fase de operación, se descarta este tipo de emisiones.

Observación N° 163:

Terreno salino: En el sector que pretenden construir la planta, el terreno salino se ve altamente afectado en contacto con el agua ya hay evidencia de socavones, casas hundidas, otras ya fueron demolida, porque fallo el alcantarillado o fugas de agua. ¿Qué pasara si hay alguna falla de su planta en el futuro?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la geotecnia y la ingeniería del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Una fuga de agua desde ductos o válvulas de la desaladora sí es un escenario que debe prevenirse y atenderse con rapidez en este terreno. El estudio geológico del Anexo Obs. 9.4 de la Adenda Complementaria, pp. 72-73 y 80-81, identifica depósitos eólicos y coluviales poco consolidados y salinos en parte del trazado de tuberías, y advierte que una rotura de matrices puede provocar escorrentía, erosión y socavación local. En cambio, la planta de ósmosis inversa (PTOI) y la planta elevadora de agua potable (PEAP) se emplazan sobre depósitos aluviales antiguos mejor compactados, según las conclusiones del mismo Anexo. Por ello, la respuesta debe diferenciar el riesgo en el trazado de conducciones del comportamiento de las fundaciones de la planta.

Los socavones y daños de viviendas que describe la observación son preexistentes. Los antecedentes de esta evaluación no establecen una pericia causal de cada vivienda, alcantarilla o fuga histórica, de modo que no corresponde atribuirlos a este Proyecto ni afirmar que el riesgo de nuevas socavaciones sea inexistente. La misma línea de base geológica identifica el ingreso de agua por roturas de matrices como un posible gatillante antrópico, aun en un clima muy árido con poca escorrentía natural, en el Anexo Obs. 9.4 de la Adenda Complementaria, p. 72.

Diseño y controles frente a filtraciones

El EIA, Capítulo 1, numeral 1.4.2.2, pp. 1.57-1.59, contempla dos tuberías paralelas de impulsión de agua de mar, de HDPE y 500 mm de diámetro, enterradas en una zanja de aproximadamente 1.451 m. Incorpora un dispositivo antiariete para limitar sobrepresiones asociadas a cortes de energía y dos flujómetros magnéticos para controlar el caudal. En la construcción se prevén alineamiento y sellado de conexiones, pruebas preliminares, protección de la tubería con material de recubrimiento y compactación de la zanja, como señala el mismo capítulo, pp. 1.106-1.108. Estas características reducen la probabilidad de fugas, pero deben complementarse con inspección y reparación durante la operación.

El Anexo Obs. 8, Plan de Contingencias y Emergencias, de la Adenda Excepcional, apartado “Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas”, pp. 8.35-8.36, exige revisar puntos críticos, mantener bombas y válvulas, controlar presiones, capacitar al personal y registrar el estado de los ductos mediante inspección visual o mecánica. Ante una fuga, se activa el plan, se evalúa la magnitud, se cierran válvulas de emergencia y se detienen bombas si es necesario; después se reparan los elementos dañados y se informa sobre daños, medidas adoptadas y resultados.

En un depósito con sales solubles y baja cohesión, controlar el agua perdida debe acompañarse de una inspección del suelo afectado antes de reponer la operación. El Anexo Obs. 9.4 de la Adenda Complementaria, pp. 80-81, recomienda revestimiento adecuado de las tuberías, obras de control de erosión y socavación en depósitos semi o no consolidados y estabilización antes de intervenir taludes. Esas recomendaciones deben aplicarse a los sectores concretos donde la obra interactúe con ese material; la evaluación postemergencia del Anexo Obs. 8, p. 8.36, permite documentar la reparación y medidas adicionales si se constata arrastre de suelo o pérdida de apoyo.

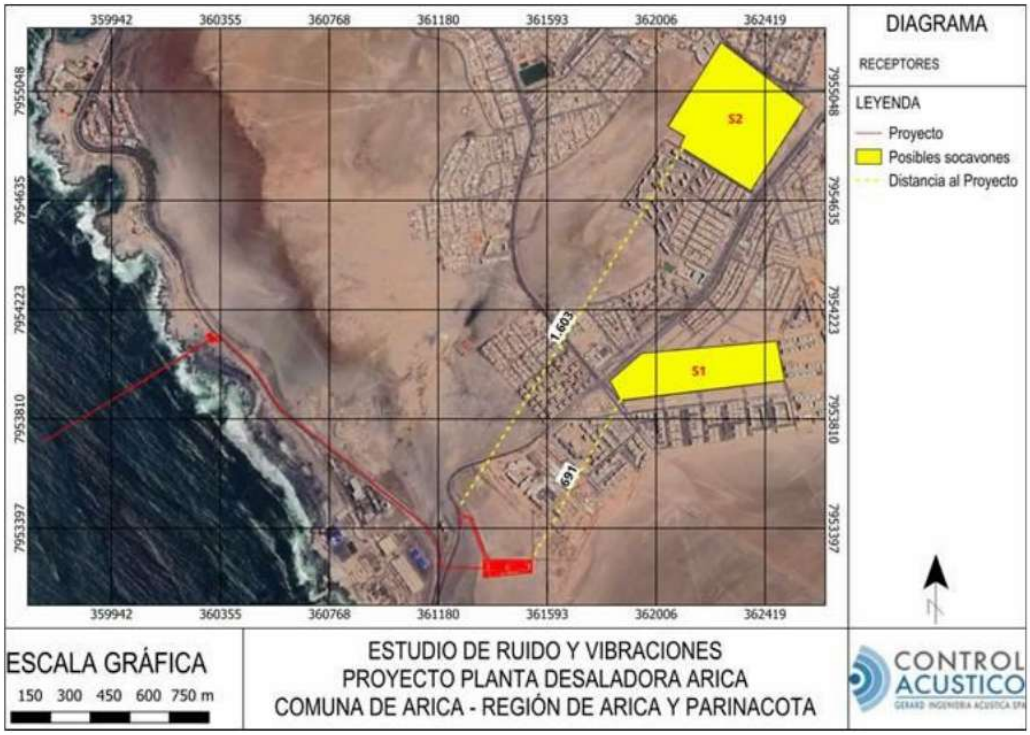
Alcance del estudio de vibraciones

La respuesta complementaria del Titular también calcula vibraciones de construcción para sectores de referencia con socavones. En la observación 163 del ICSARA Ciudadano parte 8 de la Adenda Complementaria se ubica el punto S1, asociado a Altos del Mar, a 691 m de la PTOI, y el punto S2, asociado a Lomas de Miramar, a 1.603 m del camino de acceso. Se estiman menos de 0,01 pulgadas por segundo por maquinaria en ambos puntos frente a un criterio de 0,12; para tronaduras, 0,10 y 0,07 mm/s, respectivamente, frente a 3 mm/s. Las ubicaciones de socavones son áreas aproximadas basadas en reportes públicos, no un catastro georreferenciado de cada cavidad.

Esos valores sirven para evaluar vibraciones de las obras previstas y su posible efecto sobre construcciones sensibles. No son límites específicos para la formación de socavones y no responden al mecanismo de una fuga futura. Una falla mecánica interna que solo detenga la PTOI tampoco implica necesariamente pérdida de agua al terreno; si ocurre una rotura, la evaluación debe concentrarse en el volumen liberado, la trayectoria del agua y las condiciones reales del sustrato, además de verificar la seguridad de las personas y de la infraestructura.

La siguiente figura muestra las dos áreas residenciales aproximadas S1 y S2, junto con las obras usadas para calcular las distancias. El mapa representa puntos de evaluación de vibraciones.

Figura. Sectores con socavones reportados y obras consideradas en la evaluación



Fuente: Figura 1, ICSARA Ciudadano parte 8, observación 163, Adenda Complementaria.

Tabla. Distancias y vibraciones estimadas por el Titular

Receptor	Distancia a obra	Maquinaria PPV	Tronadura PPV
S1 Altos del Mar	691 m a PTOI	< 0,01 in/s	0,10 mm/s
S2 Lomas de Miramar	1.603 m a camino	< 0,01 in/s	0,07 mm/s
Criterio de referencia	Según fuente de vibración	0,12 in/s	3 mm/s

Fuente: Resumen elaborado a partir de la observación 163, ICSARA Ciudadano parte 8, Adenda Complementaria.

En conclusión, la evidencia permite sostener que el Proyecto tiene medidas de diseño y un procedimiento para aislar y reparar fugas. Si se presenta una falla con salida de agua, el Titular debe aplicar la detención y control previstos, comprobar la condición del terreno y de las obras cercanas, corregir la causa y documentar las medidas antes de restablecer la operación.

60. Observante: Marcelo Sanhueza Godoy

Observación N° 164:

Un mejor uso para la salmuera y no botarla al mar: producción de sal comercial, la salmuera puede ser evaporada para producir sal comercial que se puede utilizar para la industria alimentaria, química y para el deshielo en carretera.

Observación N° 165:

Como evitar que la sal vaya a dar al mar: Extracción de minerales y metales, producción de cloro y soda caustica, uso de salmuera para torres de enfriamiento, desarrollo de baterías de salmuera, generación de energía osmótica, producción de fertilizantes, construcción de bloques de sal, irrigación de cultivos tolerantes a la sal.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto al uso más ecológico de la salmuera, en la Parte 8 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, se señala que se opta por una descarga controlada de la salmuera al mar mediante emisarios submarinos con difusores avanzados. Este sistema asegura que la salmuera se disperse uniformemente, diluyéndose rápidamente en el agua y evitando efectos adversos en el ecosistema marino. En este sentido, se señala que este método:

16. Minimiza los impactos gracias a la tecnología de difusores, que asegura una dilución rápida y segura de la salmuera.

17. Es compatible con un monitoreo continuo de la calidad del agua y los ecosistemas marinos, garantizando el cumplimiento de estándares ambientales.

18. Evita los costos elevados y las limitaciones logísticas asociadas a alternativas como la evaporación solar o la cristalización de sales.

En cuanto a la alternativa propuesta de evaporación solar, el proponente considera que no son viables ni sostenibles en el caso de este proyecto debido a las siguientes razones:

19. Extenso uso de terrenos: Este método requiere grandes extensiones de terreno que desplazarían flora y fauna local, generando impactos significativos en el ecosistema terrestre.

20. Ineficiencia por ubicación: La desalinizadora está ubicada cerca del océano, pero lejos de áreas adecuadas para implementar lagunas de evaporación, lo que implicaría un transporte ineficiente de la salmuera.

21. Riesgo de contaminación: Las lagunas de evaporación, si no están completamente impermeabilizadas, podrían generar lixiviados que afecten acuíferos subterráneos.

Respecto de las opciones mencionadas sobre la utilización de la sal presente en el residuo de la desalación (salmuera), es posible señalar que:

22. Extracción de minerales y metales, producción de cloro y soda cáustica, y otros usos industriales de la salmuera: Estos procesos generan residuos adicionales que requieren instalaciones y sistemas complejos para su manejo adecuado, incrementando el impacto ambiental global. Redirigir la salmuera para estos fines no solo aumenta la huella ambiental del proyecto, sino que también plantea problemas logísticos y económicos significativos, debido a la necesidad de crear nuevas infraestructuras y procesos de tratamiento.

23. Uso de salmuera en torres de enfriamiento, generación de energía osmótica, y otros usos tecnológicos: Aunque estas tecnologías pueden tener aplicaciones interesantes, no son viables en el contexto de la planta desalinizadora propuesta. La implementación de estas opciones exigiría inversiones adicionales, infraestructura compleja, y podría desviar recursos de la operación principal, sin garantizar beneficios equivalentes en términos de sostenibilidad ambiental o reducción de impactos negativos.

24. Reutilización de salmuera en la agricultura (irrigación de cultivos tolerantes a la sal): Si bien esta alternativa es válida en ciertos contextos, no es aplicable para la salmuera generada por la planta desalinizadora, ya que su concentración salina es demasiado alta para su uso directo en la agricultura. Intentar utilizarla de esta manera podría dañar los suelos y las cosechas, contraviniendo los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

En conclusión, se consideran las opciones mencionadas por el Titular en el desarrollo del proyecto.

61. Observante: Ivonne Luz Vasquez Ventura

Observación N° 166:

¿Porque construir una planta desaladora tan cerca de departamentos?: con la urbanización del sector Ignacio Loyola con Sotomayor, esta desalinizadora cerca de los departamentos que hay en el lugar se va a ver afectados por la contaminación de olores, ruidos y residuos marinos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Al revisar la información entregada a lo largo del proceso de evaluación ambiental del EIA del proyecto, se logra establecer que los criterios que definieron su emplazamiento responden a temas relacionados a disponibilidad de terreno, compatibilidad con instrumentos de planificación territorial y criterios técnico-económicos.

Como se observa en el numeral 1.3.5 del Capítulo 1 del EIA, la planta se encuentra en las proximidades del borde costero, cerca del punto de captación de agua marina. Esta elección de ubicación tiene como objetivo reducir la distancia entre la planta y los puntos o áreas de demanda y uso del agua. La cercanía busca optimizar los procesos de conducción y entrega del agua, siendo crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.

La decisión de ubicar la Planta de Ósmosis Inversa también se basa en la disponibilidad de terreno proporcionado por Bienes Nacionales. Asimismo, la elección se alinea con la planificación urbana, ya que se encuentra fuera del área de inundación identificada por el SHOA en sus Cartas de Inundación por Tsunami de la ciudad de Arica. Esta medida no solo disminuye el riesgo para el personal y las instalaciones, al encontrarse en una cota de emplazamiento de 93 m.s.n.m., sino que también facilita una reposición más rápida y ágil de la operación de la planta en caso de eventos adversos, siendo necesario únicamente reponer las obras de captación ubicadas en la costa del terreno.

Por otra parte, cabe destacar que el proyecto, tal como se presenta en el punto 4.1.2 del Anexo 4 de la Adenda Extraordinaria, se encuentra ubicado en una zona industrial regularizada por el Plan Regulador Comunal de Arica, como se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla: Resolución N°4/2009 Promulga "Plan Regulador Comunal De Arica" Gobierno Regional de Arica y Parinacota.

Decreto N°458 / D.F.L. N°458 Ley General de Urbanismo y Construcciones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	
Componente o materia	Ordenamiento Territorial

Decreto N°458 / D.F.L. N°458 Ley General de Urbanismo y Construcciones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	
Norma	El artículo 27 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones establece *que "se entenderá por Planificación Urbana, para los efectos de la presente ley, el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo social, económico, cultural y medioambiental, la que debe contemplar, en todos sus niveles, criterios de integración e inclusión social y urbana.* *Los objetivos y metas que dicha política nacional establezca para el desarrollo urbano serán incorporados en la planificación urbana en todos sus niveles…"* Por su parte, el artículo 41 establece que se entenderá por Planificación Urbana Comunal aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo económico-social. La planificación urbana comunal se realizará por medio del Plan Regulador Comunal. Además de lo anterior, en su artículo 55 se establece que "*Fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado.* *… Igualmente, las construcciones industriales, de infraestructura, de equipamiento, turismo, y poblaciones, fuera de los límites urbanos, requerirán, previamente a la aprobación correspondiente de la Dirección de Obras Municipales, del informe favorable de la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y del Servicio Agrícola que correspondan. El mismo informe será exigible a las obras de infraestructura de transporte, sanitaria y energética que ejecute el Estado."*

Decreto N°458 / D.F.L. N°458 Ley General de Urbanismo y Construcciones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	
	Artículos N° 116 *"La construcción, reconstrucción, reparación, alteración, ampliación y demolición de edificios y obras de urbanización de cualquier naturaleza, sean urbanas o rurales, requerirán permiso de la Dirección de Obras Municipales, a petición del propietario, con las excepciones que señale la Ordenanza General…"*.
Otros cuerpos legales relacionados	No aplica.
Fase del Proyecto a la que aplica o en la que se dará cumplimiento	Fase de construcción y operación.
Parte, obra, acción, emisión, residuo o sustancias a la que aplica	Emplazamiento de las obras.
Forma de cumplimiento	En Proyecto se emplaza dentro de la zonificación establecida en el Plan Regulador Comunal vigente (PRC) de Arica. La relación de las partes, obras y acciones del Proyecto respecto a la planificación territorial vigente en el área, se describe en el Capítulo 10 del presente EIA, "Relación del Proyecto con las Políticas, Planes y Programas evaluados estratégicamente", en este se concluye y grafica la compatibilidad territorial entre el Proyecto y el PRC de Arica vigente a la fecha.
Indicador que acredita su cumplimiento	El indicador que acredite el cumplimiento se considera: 25. Aprobación del Informe Favorable de Construcción (IFC), de los órganos de estado responsable.

Decreto N°458 / D.F.L. N°458 Ley General de Urbanismo y Construcciones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo	
	26. Obtención permiso de obras por parte de la Dirección de Obras Municipales de Arica. 27. Aprobación Permiso de Edificación y Recepción definitiva por parte de la Dirección de Obras Municipales de Arica.
Forma de Control y Seguimiento	Permisos de edificación.

Fuente: Anexo 4 Adenda Extraordinaria

Observación N° 167:

Tener presente que el suelo salino se ve afectado por el agua: en el sector ya hay departamentos casas que fueron demolidas porque el suelo salino se vio afectado por agua de alcantarilla y se hacen socavones, su panta succionadora de agua salada con seguridad si algo falla va a afectar a las viviendas

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta ciudadana, dentro de lo establecido en la letra a) del punto 2.3.2 del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, cabe señalar que en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

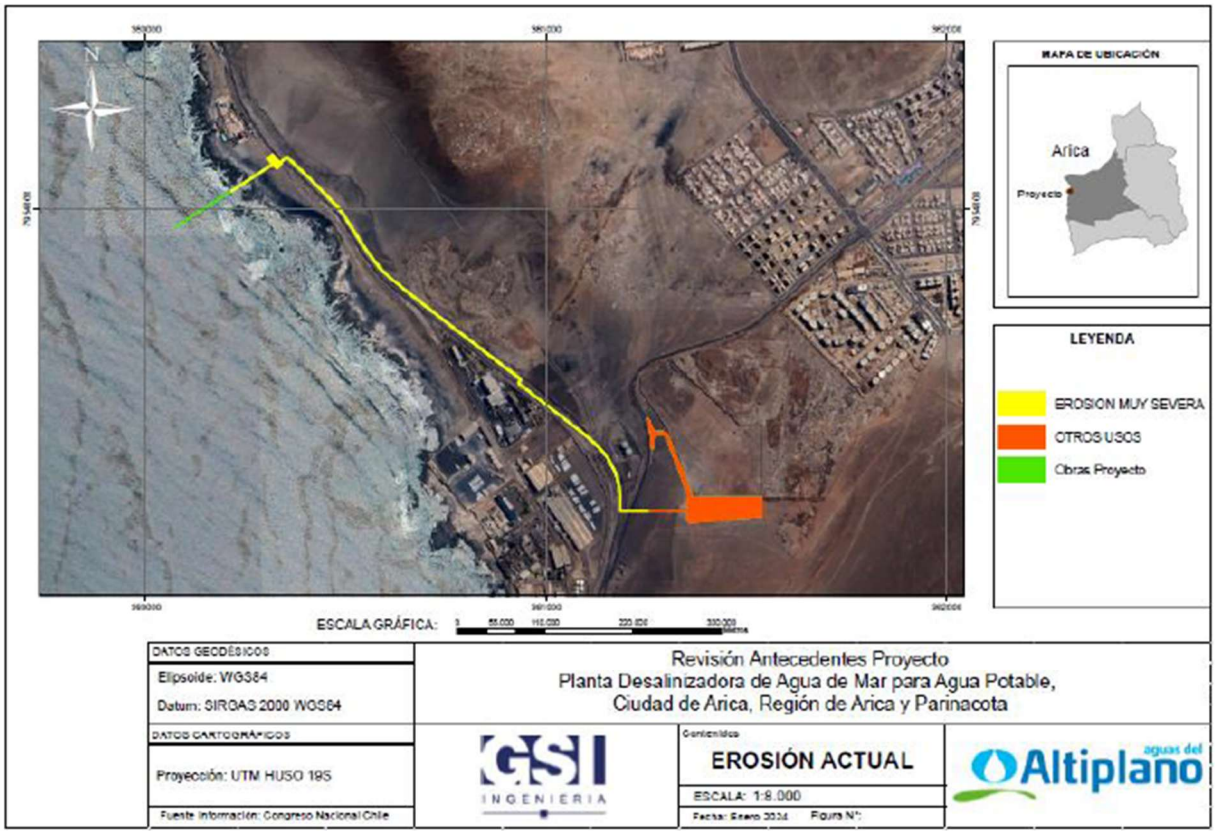
Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la siguiente Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En relación a las series de capacidad de uso de suelo, se indican que corresponden a suelos de Clase VII y VIII, los cuales poseen dos limitantes de alta relevancia: la salinidad extrema y una sodicidad muy fuerte.

Finalmente, se indica que en el área del Proyecto se identificaron otros sustratos que no pueden ser considerados como suelos, desde el punto de vista edafológico. Por ejemplo, se identificaron formaciones dunarias, suelos intervenidos con fines urbanísticos (con alta actividad antrópica) y depósitos delgados de arena no estabilizada sobre roca.

Bajo este análisis, se indica que los suelos identificados en el área del Proyecto, tanto en el sector de las obras terrestres, marítimas y anexas, no cuentan con características propias de suelos de buena calidad; por esta razón, se encuentran limitados y restringidos para el desarrollo de actividades productivas como la agricultura, así como para sustentar vegetación. Se debe destacar, además, la presencia de extrema salinidad y elevada sodicidad, lo que restringe su capacidad para albergar especies de flora y vegetación, retener agua y facilitar su drenaje.

Por lo tanto, si bien durante la fase de construcción se producirán intervenciones físicas del suelo asociadas a actividades de nivelación, excavación, remoción y compactación, considerando las características basales de los suelos presentes en el área del Proyecto, su condición intervenida y las superficies involucradas, se descarta que el impacto identificado como "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)*" sea significativo.

En cuanto a la fase de operación, no se prevén nuevas intervenciones que puedan generar una degradación significativa del suelo o una disminución de su capacidad para sustentar biodiversidad. Asimismo, las obras se emplazarán en sectores previamente intervenidos y que no presentan singularidades ambientales relevantes para este componente. En consecuencia, se descarta la generación de un efecto adverso significativo sobre el recurso suelo durante la fase de operación.

Observación N° 168:

La constante vibración afecta la salud de las personas: la vibración que produce el constante funcionamiento de una planta afectara a largo plazo a las personas que habitan alrededor de donde se pretende construir la planta que afectara la salud a nivel del sistema nervioso central provocando alteraciones del sueño y descanso.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que la vibración que produce el funcionamiento constante de la planta afectaría a largo plazo la salud de las personas que viven alrededor, en particular el sistema nervioso central, el sueño y el descanso. Para responder, se explica primero qué es la vibración, cómo se mide y con qué criterios se evalúa; luego, qué ocurre durante la fase de operación, que corresponde al funcionamiento constante que plantea la observación; después, qué ocurre durante la fase de construcción, tanto por la maquinaria como por las tronaduras; y, finalmente, en qué horarios se desarrollan las obras, por su relación directa con el sueño y el descanso.

La vibración es la oscilación que se transmite a través del suelo y de las estructuras, a diferencia del ruido, que se transmite por el aire. Se mide en decibeles de vibración (VdB) y, para efectos de daño a las construcciones, en velocidad de las partículas del suelo, expresada en pulgadas o milímetros por segundo. El expediente evalúa la vibración generada por maquinaria conforme a la norma "Transit Noise and Vibration Impact Assessment" de la Administración Federal de Tránsito de los Estados Unidos (FTA), que establece dos criterios distintos: un criterio de daño, que protege la integridad de las edificaciones, fijado en 0,2 pulgadas por segundo, y un criterio de molestia, que protege el bienestar de quienes habitan esas edificaciones, fijado en 72 VdB. La vibración generada por tronaduras, es decir, por detonaciones controladas para fragmentar roca, se evalúa conforme a la norma alemana DIN 4150-3 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.12). El mismo documento de la FTA define en 65 VdB el umbral de percepción humana, es decir, el nivel bajo el cual las personas no perciben la vibración. Como referencia, las vibraciones naturales del suelo medidas en el sector, sin Proyecto, fueron de 59,8 a 63,0 VdB durante el día y de 44,9 a 50,5 VdB durante la noche (Adenda 1, Anexo Actualización Estudio de Impacto Acústico y Vibraciones, Tabla N°45, p.63).

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto y la que corresponde al funcionamiento constante que plantea la observación, el expediente establece que las vibraciones no superarán los 50 VdB (Adenda Complementaria, p.128). Ese nivel está bajo el umbral de percepción humana de 65 VdB y es del mismo orden que las vibraciones naturales del suelo medidas de noche en el sector. Los equipos de la planta se ubican en recintos cerrados y cuentan con medidas de aislamiento (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.40, p.128), y el análisis de calificación industrial del Proyecto, realizado conforme a la Circular N°B32/04 de 2020 del Ministerio de Salud, concluye que, en la fase de operación, "la actividad no genera vibraciones perceptibles en las propiedades colindantes, ya que los procesos de la planta desalinizadora no contemplan fuentes vibratorias relevantes" (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.41, p.128). Ese resultado corresponde al criterio de actividad inofensiva, que la circular define como aquella que no produce daños ni molestias a la comunidad, las personas o el entorno (Adenda Complementaria, p.126; Cuadro N°5.41, p.128). De este modo, el funcionamiento constante de la planta no genera una vibración que pueda percibirse en las viviendas cercanas, ni de día ni durante las horas de sueño y descanso.

Durante la fase de construcción, que es transitoria, la vibración proviene de la maquinaria pesada y de las tronaduras. El expediente la evaluó en las oficinas de Golden Omega, en un block habitacional de cuatro pisos ubicado en San Ignacio de Loyola y en un punto de evaluación referencial, denominado R, correspondiente a un sitio eriazo colindante a la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), incorporado ante la posible construcción futura de viviendas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadros N°2.5 y N°2.6, p.2.11). El Hotel Saint Gregory, también considerado en la evaluación inicial, fue demolido (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.13). Respecto de la maquinaria, el criterio de daño a las edificaciones se cumple en todos los puntos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.10, p.2.13). En cuanto al criterio de molestia, la evaluación preliminar, sin medidas, proyectó 73 VdB en las oficinas y 83 VdB en el punto R (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.11, p.2.14), por lo que el Proyecto incorpora como medida de control el uso de un rodillo vibratorio de menor

tamaño para el punto R y para cualquier estructura ubicada a menos de 40 metros de las actividades con este equipo (Adenda 1, Anexo Actualización Estudio de Impacto Acústico y Vibraciones, p.70). Con esa medida, los niveles proyectados son de 34 VdB en el block habitacional, bajo el umbral de percepción, de 59 VdB en las oficinas y de 69 VdB en el punto R, todos bajo el criterio de molestia de 72 VdB (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, Cuadro N°1.103, p.1.169; Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.13). El expediente condiciona esta medida a que el punto R se configure como receptor efectivo durante la construcción (Adenda 1, Anexo Actualización Estudio de Impacto Acústico y Vibraciones, p.70); dado que en el sector existen viviendas habitadas desde 2024 (Adenda 1, p.203), esta Dirección Regional entiende cumplida esa condición, por lo que corresponde su aplicación durante toda la fase de construcción. Respecto de las tronaduras, la vibración proyectada es de 0,11 milímetros por segundo en el block habitacional, frente a un máximo de 15, y de 0,31 milímetros por segundo en el punto R, frente a un máximo de 5 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.12, p.2.14).

En relación directa con el sueño y el descanso, el Proyecto no considera trabajos nocturnos: durante la construcción, todas las obras se desarrollan en horario diurno, en jornadas de 8 horas diarias, 5 días a la semana, a partir de aproximadamente las 08:00 horas (Adenda 1, p.84). Por lo tanto, la vibración de la construcción no se produce durante las horas de sueño.

Con estos antecedentes, el expediente concluye que, durante la construcción, las vibraciones se mantendrán bajo la normativa y que, durante la operación, no existirá un aumento considerable, descartando riesgo para la salud de la población (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.18, p.2.26).

En síntesis, la vibración por el funcionamiento constante de la planta, que es lo que plantea la observación, se proyecta en no más de 50 VdB, bajo el umbral de percepción humana de 65 VdB y del mismo orden que la vibración natural del suelo medida de noche, con equipos en recintos cerrados y aislados, de modo que no alcanza a ser percibida en las viviendas, incluidas las horas de sueño y descanso. Durante la construcción, que es transitoria y se desarrolla solo en horario diurno, el criterio de daño se cumple en todos los puntos evaluados y, con el uso de un rodillo vibratorio de menor tamaño, cuya aplicación corresponde por existir viviendas habitadas en el sector, también el criterio de molestia: 34 VdB en el block habitacional de San Ignacio de Loyola, 59 VdB en las oficinas y 69 VdB en el punto referencial colindante a la planta, mientras que la vibración de las tronaduras se mantiene muy por debajo de los máximos de la norma DIN 4150-3.

Observación N° 169:

Buscar otras fuentes de agua: En vez de hacer esta desalinizadora en un radio urbano mejor sería aprovechar las aguas de los ríos Lluta y san José y mejorar los pozos de agua que se llenan con las bajadas de los ríos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos transversales de la

evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La construcción de la planta desalinizadora surge como una alternativa estratégica para aportar una fuente adicional al sistema de producción de agua potable de la ciudad de Arica, considerando el crecimiento proyectado de la demanda y las limitaciones de disponibilidad, calidad y variabilidad que presentan las fuentes continentales. En este sentido, el Proyecto busca diversificar las fuentes de abastecimiento y reducir la dependencia exclusiva de aguas superficiales y subterráneas, contribuyendo a una mayor seguridad y continuidad del suministro en el largo plazo.

Respecto de las fuentes superficiales existentes, las aguas de la cuenca del río Lluta se encuentran vinculadas, entre otras obras, al Embalse Chironta, cuya finalidad se relaciona principalmente con el desarrollo agrícola. Por su parte, en la cuenca del río San José se encuentra el Proyecto Embalse Livilcar, orientado principalmente a la regulación de crecidas y a disminuir sus efectos sobre poblaciones, infraestructura y terrenos del valle de Azapa. Estas fuentes, al igual que las aguas subterráneas, se encuentran sujetas a condiciones particulares de disponibilidad, derechos de aprovechamiento, infraestructura, capacidad y calidad, por lo que no pueden considerarse sustitutos inmediatos de la fuente propuesta por el Proyecto sin los respectivos estudios, tratamientos y autorizaciones.

Asimismo, las fuentes continentales pueden presentar variaciones temporales en su disponibilidad y calidad asociadas a las condiciones hidrológicas y climáticas propias de una zona árida. A ello se suman las características físico-químicas que pueden presentar estas aguas, las cuales deben ser consideradas al momento de evaluar su utilización para abastecimiento humano. En consecuencia, cualquier fuente destinada a este propósito requiere los tratamientos necesarios para cumplir con los estándares sanitarios correspondientes.

En este contexto, el uso de agua de mar permite incorporar al sistema sanitario una fuente cuya disponibilidad no depende directamente de los caudales de los ríos o de la disponibilidad de los acuíferos. El Proyecto contempla una capacidad máxima de producción de hasta 200 L/s de agua desalada apta para potabilizar, aunque su producción efectiva dependerá del régimen de operación y del balance entre oferta y demanda de agua de la localidad de Arica.

El proceso considera la captación de agua de mar mediante una torre submarina, seguida de etapas de pretratamiento, ósmosis inversa, postratamiento y remineralización, almacenamiento en la Planta Elevadora de Agua Producto (PEAP) y posterior conexión al sistema de producción de la empresa sanitaria. La ósmosis inversa permite separar las sales y otros componentes presentes en el agua de mar para obtener agua desalada que, una vez tratada conforme a las etapas previstas, pueda incorporarse a la cadena de producción de agua potable.

Por lo tanto, la denominación del Proyecto como planta desalinizadora “para agua potable” debe entenderse en función de su finalidad dentro del sistema sanitario. La planta no constituye una red independiente destinada a entregar agua directamente a cada usuario, sino una nueva fuente de producción integrada al sistema existente. La calidad final del agua destinada al consumo humano, su

distribución y las condiciones de prestación del servicio se encuentran sujetas a la regulación sanitaria y a las autorizaciones sectoriales correspondientes.

Desde el punto de vista ambiental, el EIA y sus adendas evaluaron las principales obras y acciones asociadas a esta alternativa, incluyendo el emplazamiento de la planta, la captación de agua de mar, el tratamiento mediante ósmosis inversa, la descarga del rechazo líquido y la conexión al sistema sanitario. El diseño incorpora medidas y sistemas de seguimiento destinados a controlar los potenciales efectos sobre el medio marino, particularmente aquellos asociados a la captación y descarga de salmuera.

En consecuencia, la planta desalinizadora se plantea como una fuente complementaria destinada a diversificar y reforzar el abastecimiento de agua de Arica, disminuyendo la dependencia exclusiva de fuentes continentales cuya disponibilidad y calidad pueden presentar restricciones. Esto no significa que los ríos Lluta y San José, los acuíferos u otras fuentes existentes dejen de ser relevantes para la gestión hídrica regional, sino que el Proyecto incorpora una fuente adicional al sistema de producción de agua potable para responder a las necesidades actuales y futuras de abastecimiento.

62. Observante: Tania Valdez Hernandez

Observación N° 170:

Construcción de la desaladora en una zona urbana: Como residente de los departamentos recién entregados me preocupa saber que su proyecto será construido tan cerca de nuestros departamentos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea, desde la perspectiva de una persona que reside en los departamentos recién entregados del sector, la preocupación por la cercanía del Proyecto a esas viviendas. Como la observación no especifica un tipo de efecto, se responde identificando primero qué instalación del Proyecto se ubica cerca de esas viviendas, a qué distancia y por qué se emplaza en ese lugar, y luego qué ocurre, en la construcción y en la operación, con cada uno de los efectos que podrían percibirse desde ellas: ruido, vibraciones, calidad del aire, olores, residuos y tránsito, junto con los horarios en que se desarrollan las obras.

El Proyecto tiene dos instalaciones principales, separadas entre sí: la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), ubicada bajo tierra en el borde costero de Arenillas Negras (Adenda 1, p.341), cuya función es captar el agua de mar e impulsarla, y la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), ubicada en el sector alto de la ciudad, junto a San Ignacio de Loyola, donde se realiza la desalinización. Es la PTOI la instalación cercana a las viviendas que menciona la observación. El expediente identifica como las viviendas más cercanas a las obras de la PTOI los conjuntos habitacionales Villa Oasis de Yatiri, con 6 torres de 4 pisos que reúnen 96 departamentos y 41 casas, y Villa Oasis de Tankara, con 9 torres de 4 pisos que reúnen 150 departamentos, ambos del Programa Fondo Solidario de Elección de Vivienda, entregados a sus propietarios en 2024 y ubicados a 400 metros de la PTOI (Adenda 1, p.203). En cuanto a su localización, la PTOI se emplaza cerca del borde costero y del punto de captación, para reducir la distancia hacia las áreas de demanda de agua y el consumo de energía necesario para bombear el agua; en un terreno proporcionado por Bienes Nacionales; y fuera del área de inundación por tsunami identificada por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), a una cota de 93 metros sobre el nivel del mar (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.24).

Para evaluar los efectos sobre las personas del sector, el expediente considera, entre otros puntos, un block habitacional de cuatro pisos en San Ignacio de Loyola y un punto de evaluación referencial, denominado R, correspondiente a un sitio eriazo colindante a la PTOI, incorporado ante la posible construcción futura de viviendas en ese lugar (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadros N°2.5 y N°2.6, p.2.11). El punto R es el punto evaluado más próximo a las obras de la PTOI.

En cuanto al ruido, este se mide en decibeles, dB(A), y se regula mediante el D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, que fija límites según la zona y distintos para el día y la noche; en el block habitacional y en el punto R, el límite es de 65 dB(A) de día y de 50 dB(A) de noche (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.7, p.2.12). Durante la construcción, el ruido proyectado sin medidas en el punto R es de 80 dB(A) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.8, p.2.12), por lo que el Proyecto incorpora barreras acústicas como medida de control, con las que el ruido proyectado baja a 64 dB(A) en el punto R; en el block habitacional, el ruido proyectado es de entre 27 y 28 dB(A), frente al mismo límite diurno de 65 dB(A) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.13, p.2.14). El ruido de las tronaduras, es decir, de las detonaciones controladas para fragmentar roca, proyectado es de 95,0 dB(L), unidad que mide el nivel máximo de presión sonora de un evento breve, en el block habitacional y de 94,6 dB(L) en el punto R, frente a un máximo de 115 dB(L) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.9, p.2.13). Durante la operación, el ruido proyectado en el block habitacional es de entre 22 y 28 dB(A), bajo los límites diurno y nocturno; en el punto R, el ruido proyectado sin medidas es de 52 dB(A), por lo que el Proyecto incorpora medidas de control con las que el nivel baja a 47 dB(A), bajo el límite nocturno de 50 dB(A) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadros N°2.14 y N°2.15, pp.2.19 y 2.22). El expediente precisa que las medidas de control del punto R se condicionan a que ese punto se configure como receptor efectivo, tanto en la construcción (Adenda Complementaria, p.32) como en la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.22). Dado que en el sector existen viviendas habitadas desde 2024, correspondientes a la Villa Oasis de Yatiri y la Villa Oasis de Tankara (Adenda 1, p.203), esta Dirección Regional entiende cumplida esa condición, por lo que corresponde la aplicación de dichas medidas de control durante toda la fase de construcción y durante la operación. En la operación, además, los equipos de la planta se ubican en recintos cerrados y cuentan con medidas de aislamiento (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.40, p.128).

En cuanto a las vibraciones, que se miden en decibeles de vibración (VdB), el criterio de molestia para las personas es de 72 VdB (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.12) y el umbral de percepción humana es de 65 VdB (Adenda 1, Anexo Actualización Estudio de Impacto Acústico y Vibraciones, p.63). Durante la construcción, con el uso de un rodillo vibratorio de menor tamaño como medida de control, los niveles proyectados son de 34 VdB en el block habitacional, bajo el umbral de percepción, y de 69 VdB en el punto R, bajo el criterio de molestia (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, Cuadro N°1.103, p.1.169), y la vibración de las tronaduras se mantiene muy por debajo de los máximos de la norma DIN 4150-3 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.12, p.2.14). Durante la operación, las vibraciones no superarán los 50 VdB (Adenda Complementaria, p.128), bajo el umbral de percepción, y la actividad no genera vibraciones perceptibles en las propiedades colindantes (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.41, p.128).

En cuanto a la calidad del aire, el material particulado fino (MP2,5), es decir, las partículas de polvo lo suficientemente pequeñas para ser inhaladas, cumple la norma en todos los puntos evaluados durante la construcción, considerando las obras de captación, la PEAM, el camino de acceso y la PTOI; el mayor aporte anual en cualquiera de esos puntos es de 0,65 microgramos por metro cúbico,

frente a una norma de 20 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.3, p.2.6). Durante la operación, el mayor aporte es de 0,06 microgramos por metro cúbico como percentil 98 diario (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.9), porque en esa fase no existe una fuente de emisión continua ni fugitiva (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.119). Con ello, el expediente descarta riesgo para la salud de la población asociado a la calidad del aire en ambas fases (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.18, p.2.26).

En cuanto a los olores, durante la construcción el material extraído del fondo marino, que se maneja en el borde costero y no en la PTOI, se cubre con suelo seco para evitar la liberación de olores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.9). Durante la operación, el expediente señala que "el proyecto no genera olores, dado que todos los procesos de desalinización son cerrados y eléctricos", y que los insumos químicos se almacenan en sistemas cerrados (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.38, p.127). La PTOI no tiene operaciones abiertas al ambiente, y el hipoclorito de sodio que se agrega en la captación para proteger las membranas reduce la actividad biológica del agua, que es la principal fuente posible de olores en instalaciones de tratamiento de agua (Adenda 1, p.341). Como medida precautoria, el Proyecto incorpora el Compromiso Ambiental Voluntario "Seguimiento de quejas por olores", mediante el cual cada queja de los vecinos se registra, se investiga y se comunica a quien la presentó la medida adoptada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.8, p.7.14).

En cuanto a los residuos, durante la construcción se generan aproximadamente 29,6 toneladas anuales de residuos domiciliarios, 44,35 de residuos asimilables a domésticos y 1,4 de residuos peligrosos, que se almacenan temporalmente en contenedores herméticos dentro de un sector habilitado de la instalación de faenas de la PTOI, con base de hormigón, techumbre y perímetro de desratización, y se retiran mediante empresas autorizadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.140 y Cuadro N°2.56, p.2.141). Durante la operación, se generan 11,6 toneladas anuales de residuos domiciliarios, 3,6 de residuos asimilables, 25,4 de residuos industriales no peligrosos, correspondientes al recambio de cartuchos y membranas, y 6 de residuos peligrosos, todos retirados por gestores o sistemas autorizados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.62, p.2.151). Las aguas servidas de la planta se conducen a la planta de tratamiento de aguas servidas correspondiente, sin descargas al medio sin tratamiento (Adenda Complementaria, p.129).

En cuanto al tránsito y los horarios, el aumento del flujo vehicular asociado al Proyecto es de 1,00% en la avenida San Ignacio de Loyola y de 0,88% en la avenida Comandante San Martín, valores que no modifican los tiempos de desplazamiento; y el Proyecto no considera trabajos nocturnos: todas las obras se desarrollan en horario diurno, en jornadas de 8 horas diarias, 5 días a la semana, a partir de aproximadamente las 08:00 horas (Adenda 1, p.84).

En síntesis, la instalación cercana a los departamentos recién entregados es la PTOI, a 400 metros de los conjuntos Villa Oasis de Yatiri y Villa Oasis de Tankara, emplazada en ese lugar por su cercanía a las áreas de demanda de agua, la disponibilidad del terreno y su ubicación fuera del área de inundación por tsunami. El ruido proyectado se mantiene bajo los límites del D.S. N°38/2011 en los puntos evaluados, con medidas de control en el punto colindante a la planta, cuya aplicación

corresponde por existir viviendas habitadas en el sector, incluido el límite nocturno durante la operación; las vibraciones de la operación no alcanzan el umbral de percepción humana; el material particulado cumple la norma en ambas fases con aportes muy inferiores a ella; la operación no genera olores, con un compromiso de seguimiento de quejas; los residuos se almacenan en recintos habilitados y se retiran mediante empresas autorizadas; el aumento del tránsito es de 1,00% en San Ignacio de Loyola; y las obras se ejecutan solo en horario diurno.

Observación N° 171:

Contaminación de una planta desaladora: Por lo que me he podido informar en internet, su proyecto es de alto impacto para la salud de las personas por emanación de olores, contaminación acústica y acumulación de desechos marinos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea, a partir de información obtenida en internet, que el Proyecto sería de alto impacto para la salud de las personas por la emanación de olores, la contaminación acústica y la acumulación de desechos marinos. La información general sobre plantas desalinizadoras puede referirse a tecnologías, tamaños o ubicaciones distintas de las de este Proyecto; por ello, se responde con los antecedentes específicos evaluados en el expediente, abordando cada uno de los tres temas en el orden en que fueron planteados y distinguiendo en cada caso la construcción y la operación.

Sobre la emanación de olores, durante la construcción el material extraído del fondo marino se cubre con suelo seco proveniente de las excavaciones terrestres, lo que reduce su exposición al aire y a la luz solar y evita la liberación de olores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.9-2.10). Durante la operación, el expediente señala que “el proyecto no genera olores, dado que todos los procesos de desalinización son cerrados y eléctricos”, y que los insumos químicos se almacenan en sistemas cerrados (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.38, p.127). El expediente detalla los factores que sustentan esa conclusión: la torre de captación cuenta con una rejilla que impide el ingreso de material orgánico de gran tamaño; el hipoclorito de sodio que se agrega en la captación para proteger las membranas reduce la actividad biológica del agua, que es la principal fuente posible de olores en instalaciones de tratamiento de agua; la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) se encuentra bajo tierra y a aproximadamente 1 kilómetro de la población más cercana; y la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI) no tiene operaciones abiertas al ambiente (Adenda 1, p.341). El expediente agrega que ninguna planta desalinizadora con Resolución de Calificación Ambiental aprobada en Chile reporta emisiones de olores en sus registros (Adenda 1, p.341). Como medida precautoria, el Proyecto incorpora el Compromiso Ambiental Voluntario “Seguimiento de quejas por olores”, mediante el cual cada queja de los vecinos se registra, se investiga y se comunica a quien la presentó la medida adoptada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.8, p.7.14).

Sobre la contaminación acústica, el ruido se mide en decibeles, dB(A), y se regula mediante el D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, que fija límites según la zona y distintos para el día y la noche; en los puntos habitacionales y en el punto de evaluación referencial cercano a la PTOI, el límite es de 65 dB(A) de día y de 50 dB(A) de noche (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.7, p.2.12). Ese punto de evaluación referencial, denominado R, corresponde a un sitio eriazo colindante a la PTOI, incorporado ante la posible construcción futura de viviendas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.6, p.2.11). Durante la construcción, el ruido proyectado sin medidas en el punto R es de 80 dB(A) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.8, p.2.12), por lo que el Proyecto incorpora barreras acústicas como medida de control, con las que el ruido proyectado baja a 64 dB(A) en el punto R; en el block habitacional de cuatro pisos de San Ignacio de Loyola, el ruido proyectado es de entre 27 y 28 dB(A), frente al mismo límite diurno de 65 dB(A) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.13, p.2.14). El ruido de las tronaduras, es decir, de las detonaciones controladas para fragmentar roca, proyectado es de 95,0 dB(L), unidad que mide el nivel máximo de presión sonora de un evento breve, en ese block y de 94,6 dB(L) en el punto R, frente a un máximo de 115 dB(L) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.9, p.2.13). Además, el Proyecto no considera trabajos nocturnos: todas las obras se desarrollan en horario diurno, en jornadas de 8 horas diarias, 5 días a la semana (Adenda 1, p.84). Durante la operación, el ruido proyectado en el block habitacional es de entre 22 y 28 dB(A), bajo los límites diurno y nocturno; en el punto R, el ruido proyectado sin medidas es de 52 dB(A), por lo que el Proyecto incorpora medidas de control con las que el nivel baja a 47 dB(A), bajo el límite nocturno de 50 dB(A) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadros N°2.14 y N°2.15, pp.2.19 y 2.22). El expediente precisa que las medidas de control del punto R se condicionan a que ese punto se configure como receptor efectivo, tanto en la construcción (Adenda Complementaria, p.32) como en la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.22). Dado que en el sector existen viviendas habitadas desde 2024, correspondientes a la Villa Oasis de Yatiri y la Villa Oasis de Tankara (Adenda 1, p.203), esta Dirección Regional entiende cumplida esa condición, por lo que corresponde la aplicación de dichas medidas de control durante toda la fase de construcción y durante la operación. En la operación, los equipos se ubican en recintos cerrados y cuentan con medidas de aislamiento (Adenda Complementaria, Cuadro N°5.40, p.128). Con ello, el expediente concluye que el ruido se mantiene bajo la normativa en ambas fases y descarta riesgo para la salud de la población (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.18, p.2.26).

Sobre la acumulación de desechos marinos, el único material que el Proyecto extrae del mar corresponde a los 5.064 metros cúbicos de fondo marino que se excavan durante la construcción para instalar las tuberías de captación y descarga. La totalidad de ese material se seca y se reutiliza en el talud del camino de acceso a la PTOI, sin ser devuelto al mar (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.23), y mientras permanece en el borde costero se dispone en un área delimitada con paredes de 1,8 metros y cubierta con una lona protectora, para evitar su dispersión hacia el mar (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.28). Durante la operación, el único residuo líquido distinto de las aguas servidas es la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso, que se

descarga mediante el emisario submarino cumpliendo el D.S. N°90/2000, sin descargas al suelo ni al alcantarillado (Adenda Complementaria, p.130); las aguas servidas se conducen a la planta de tratamiento correspondiente, sin descargas al medio sin tratamiento (Adenda Complementaria, p.129). Los residuos sólidos se almacenan en recintos habilitados y se retiran mediante empresas autorizadas: durante la construcción, aproximadamente 29,6 toneladas anuales de residuos domiciliarios, 44,35 de residuos asimilables a domésticos y 1,4 de residuos peligrosos, almacenados en contenedores herméticos dentro de un sector con base de hormigón, techumbre y perímetro de desratización (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.140 y Cuadro N°2.56, p.2.141); y durante la operación, 11,6 toneladas anuales de residuos domiciliarios, 3,6 de residuos asimilables, 25,4 de residuos industriales no peligrosos, correspondientes al recambio de cartuchos y membranas, y 6 de residuos peligrosos, almacenados en una bodega de 18 metros cuadrados con losa antiderrame (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.62, p.2.151).

En síntesis, los antecedentes específicos de este Proyecto muestran que la operación no genera olores, por tratarse de procesos cerrados y eléctricos, con la PEAM bajo tierra y a 1 kilómetro de la población, y con un compromiso de seguimiento de quejas, mientras que en la construcción el material extraído del fondo marino se cubre con suelo seco. El ruido se mantiene bajo los límites diurnos y nocturnos del D.S. N°38/2011 en los puntos evaluados, con medidas de control en el punto colindante a la planta, cuya aplicación corresponde por existir viviendas habitadas en el sector, y con obras solo en horario diurno. Y no hay acumulación de desechos marinos: el material extraído del fondo se reutiliza en el camino de acceso a la planta, la salmuera se descarga cumpliendo el D.S. N°90/2000 y los demás residuos se retiran mediante empresas autorizadas

Observación N° 172:

Obstrucción del libre tránsito: desde ya puedo ver, el letrero que ud. puso en la subida de las pesqueras se ve también el trazado con tiza en ese lugar que esta en curva y va en doble sentido. Sera muy peligroso para quienes transitamos todos los días por esa vía.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la vialidad y el transporte, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

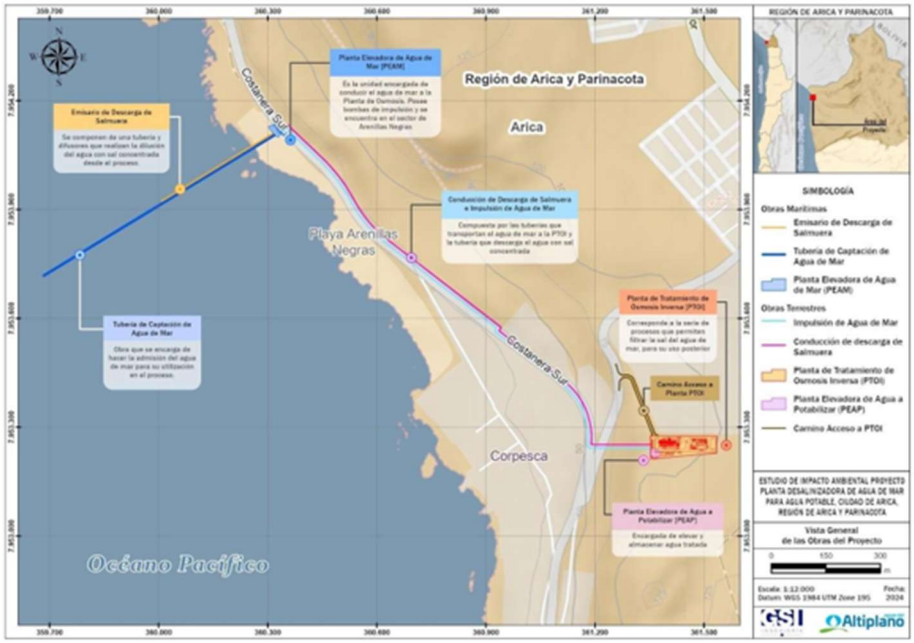
Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada y entendiendo que ésta se refiere al sector de la Avenida de Ignacio Loyola, se informa que ésta corresponde al ingreso al recinto de la planta de osmosis inversa. Para dicho ingreso, se considerará una pista de aceleración y desaceleración, la que cumplirán con las normativas de vialidad correspondientes, minimizando algún riesgo o peligro en el tránsito vehicular.

Para entregar mayores antecedentes respecto del impacto vial del Proyecto, en la figura siguiente se puede observar la identificación de los componentes más importantes del Proyecto, entre ellos el camino de acceso a la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), la PTOI, la Planta Elevadora de Agua

de Mar (PEAM), la Planta Elevadora de Agua a Potabilizar (PEAP) y otras instalaciones asociadas. Esta vista general permite entender mejor dónde se ubica cada elemento y cómo se relacionan entre sí, lo que ayuda a seguir con mayor claridad la explicación que se desarrolla más adelante sobre accesos, intersecciones y circulación vehicular.

Figura. Vista general del proyecto con etiquetas.



Fuente: Figura 1 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Respecto de la preocupación planteada por la comunidad sobre una posible afectación a la vialidad del sector, se informa que el Titular presentó un Estudio de Vialidad (ver Anexo 6.17 de la Adenda Complementaria), en donde muestra que realizó una revisión específica para entender de qué manera la fase de construcción y operación del Proyecto podrían cambiar el funcionamiento de las calles y accesos cercanos. Para hacer dicho análisis, lo primero que realizó fue conocer cómo funciona hoy la vialidad en el sector. Para eso, se realizó una observación directamente en terreno respecto del tránsito en las intersecciones y vías cercanas al Proyecto. En esas visitas se contabilizó cuántos vehículos pasan, en qué horarios circulan más, hacia dónde se mueven y cuáles son los momentos de mayor actividad. Con esa información se pudo construir una imagen real de la situación actual del sector, es decir, una base sobre la cual comparar luego lo que ocurriría con el Proyecto. Los puntos de control fueron los siguientes:

Figura. Ubicación de puntos de control.



Fuente: Figura 2 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Si bien el análisis vial consideró cinco puntos de control dentro de la red asociada al Proyecto, se puso especial atención en aquellos sectores que se encuentran más próximos a las obras y, por lo tanto, más directamente relacionados con los cambios esperados durante la construcción y operación. En ese contexto, los puntos más relevantes para esta evaluación fueron los siguientes:

Tabla. Puntos de control vehicular.

Punto de Control	Intersección	Observaciones
PC-01	Av. Cmdte San Martin – San Ignacio Loyola	Abarca los vehículos que provienen desde la PEAM[1] hasta la PEAP[2] y PTOI[3], y viceversa
PC-04	Av. Cmdte San Martin – Acceso PEAM	Abarca los vehículos que provienen desde la PEAP y la PTOI hacia el acceso de la PEAM.

Fuente: Tabla 1 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Estos dos puntos fueron considerados especialmente importantes porque se ubican en las inmediaciones del Proyecto y permiten representar de mejor manera cómo podrían percibirse sus efectos sobre la circulación local. En otras palabras, aunque el estudio revisó una red vial más amplia, estos dos sectores son los que mejor reflejan la situación de las vías cercanas a las obras y a los accesos principales del Proyecto. Además, se incorporaron al estudio los accesos vinculados directamente al Proyecto, incluyendo el Camino de Acceso a la PTOI. De esta forma, la modelación permitió representar de mejor manera el funcionamiento vial del entorno inmediato del Proyecto y no solo de las vías generales del sector.

A continuación, se presentan los diagramas de movimiento de los puntos de control PC-01 y PC-04, los cuales muestran cómo circulan los vehículos en cada intersección y qué maniobras realizan. Junto con ello, se describe el flujo de vehículos por hora registrado en cada punto durante el período de medición, con el fin de identificar la hora punta, es decir, el horario en que se concentra la mayor demanda vehicular y que, por lo mismo, representa la condición más exigente para evaluar el funcionamiento de la red vial.

Figura. Diagrama de movimiento de las intersecciones PC-01 y PC-04 respectivamente.



Fuente: Figura 3 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

A partir de los conteos realizados en terreno en los puntos de control PC-01 y PC-04, fue posible conocer cómo funciona actualmente la vialidad del sector y definir la condición base del análisis. En ambos puntos, la hora punta mañana se identificó entre las 08:00 y 09:00 horas, ya que corresponde al período en que se registra la mayor circulación de vehículos. En el caso del punto de control PC-01, ubicado en la intersección Avenida Comandante San Martín con San Ignacio Loyola, durante la hora punta se registró un flujo de 761 vehículos por hora (veh/h).

Al llevar ese flujo a una unidad comparable, el resultado corresponde a 933 vehículos equivalentes4 por hora (VEQ/h). Por su parte, en el punto de control PC-04, ubicado en la intersección Avenida Comandante San Martín con Acceso PEAM, durante la hora punta se registró un flujo de 826 vehículos por hora (veh/h). Al expresarlo en términos comparables, este valor corresponde a 901 vehículos equivalentes por hora (VEQ/h). Esta diferencia entre veh/h y VEQ/h se debe a que no todos los vehículos afectan la vía de la misma manera. Por ejemplo, un automóvil liviano no ocupa el mismo espacio ni genera la misma exigencia sobre la circulación que un camión o un vehículo de mayor tamaño. Por eso, para analizar correctamente la carga real que recibe una vía, los vehículos se estandarizan en una unidad común llamada vehículos equivalentes por hora (VEQ/h). Esto permite comparar de mejor manera los flujos y representar con más precisión cómo funciona la intersección en la práctica.

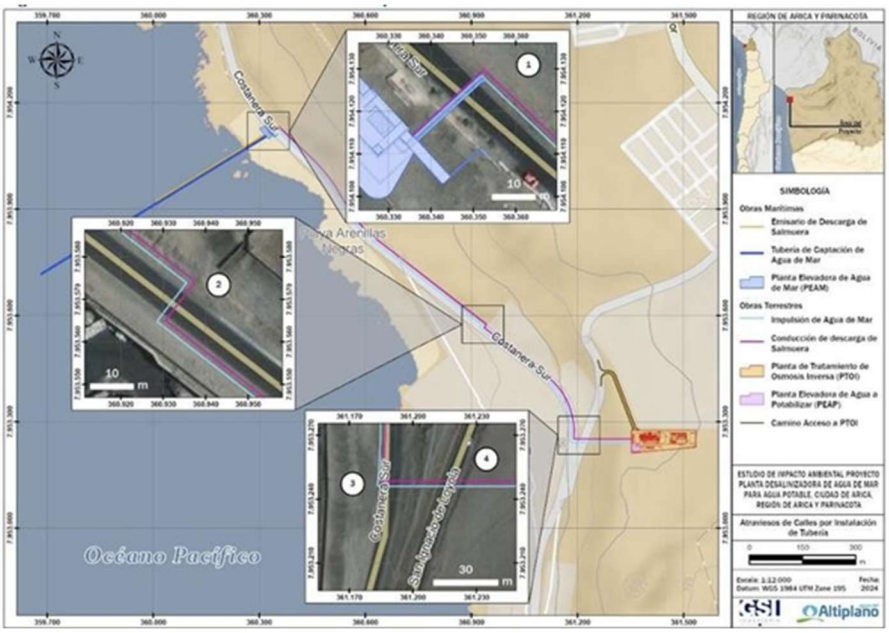
A partir de esa situación base, el Titular hizo una proyección para dos momentos distintos: por un lado, el año 2027, que corresponde al período estimado de construcción, y por otro, el año 2030, que corresponde al escenario estimado de operación. Para realizar esta proyección se consideró no solo el funcionamiento actual de la red vial, sino también el crecimiento esperado del tránsito en el tiempo, utilizando para ello las tasas de proyección recomendadas por el Ministerio de Desarrollo Social (MDS). De esta forma, fue posible estimar cómo podría comportarse la vialidad en el futuro, tanto por el aumento normal de vehículos en el sector como por la incorporación del flujo asociado al Proyecto.

Al hacer esa revisión, se observó que el Proyecto, efectivamente, sí tendrá una interacción con la vialidad. Es decir, no se concluyó que no habrá cambios, porque sí los habrá. Sin embargo, lo importante fue

determinar qué tan grandes son esos cambios y si tienen la capacidad de alterar de manera importante la circulación habitual del sector.

Para la fase de construcción, se identificaron dos tipos principales de efectos. El primero tiene que ver con intervenciones temporales en las vías. En total, se contemplan cuatro cortes temporales: tres de ellos en Avenida Comandante San Martín y San Ignacio de Loyola, donde el tránsito se reducirá momentáneamente a solo una de las dos pistas o vías existentes, y un cuarto caso en el sector de la PEAM, donde por razones de seguridad se contempla un corte total de paso por aproximadamente 20 minutos. Este último corresponde a una situación puntual, no permanente, y se asocia a una actividad específica de la construcción.

Figura. Cortes de calle por obras del proyecto.



Fuente: Figura 4 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Los cuadros que se presentan a continuación comparan la situación actual de la vialidad con la situación proyectada con el Proyecto, para conocer si los cambios esperados durante la fase de construcción podrían afectar de manera importante la circulación en los puntos analizados. A saber:

1. Primero es el grado de saturación, que muestra qué tan exigida está una vía o una intersección en relación con la capacidad que tiene para recibir vehículos. Este valor no se expresa en segundos ni en cantidad de vehículos, sino como una relación numérica. Mientras más bajo es el valor, más holgada funciona la vía; en cambio, valores cercanos a 1 indican que la vía comienza a operar cerca de su capacidad.
2. El segundo indicador es la demora promedio, que corresponde al tiempo adicional que un vehículo debe esperar o perder al pasar por una intersección. Este indicador se muestra en segundos [s]. Mientras menor sea este valor, más fluida es la circulación.

3. El tercer indicador es el largo de cola, que muestra si se forman filas de vehículos y cuántos vehículos se acumulan. Este valor se expresa en vehículos [veh]. Valores bajos indican que no se generan acumulaciones relevantes.
4. El cuarto indicador es el nivel de servicio, que es una forma simple de resumir cómo funciona la circulación en una vía o intersección. Se representa con letras, desde A hasta F. Un Nivel de Servicio A indica circulación muy fluida, mientras que niveles más bajos representan condiciones de mayor congestión.

Además, en cada indicador aparecen tres columnas que permiten comparar los resultados. La columna "Sit. Base" muestra la condición actual o de referencia, es decir, cómo funciona hoy ese punto sin considerar el aporte del Proyecto. La columna "Sit. Proy." muestra la condición proyectada, incorporando el tránsito asociado al Proyecto. Finalmente, la columna "Variación (Δ)" indica cuánto cambia el valor entre una situación y otra, permitiendo ver con claridad si el efecto del Proyecto es menor o más relevante.

De esta manera, los cuadros permiten comparar de forma directa si en cada punto analizado aumentan de manera importante la ocupación de la vía, los tiempos de espera, la formación de filas o el nivel general de servicio de la circulación. A continuación, se presentan los resultados más representativos de la fase de construcción, correspondientes a aquellos casos donde se observan las mayores variaciones respecto de la situación base.

En los casos de los atraviesos 1, 2 y 3, el PC-04 sirvió como punto de control para la evaluación de los efectos. Durante la construcción de estos atraviesos, el tránsito se mantendrá por una sola pista, por lo que el análisis buscó verificar si esa reducción temporal podría generar problemas relevantes en la circulación. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla. Variación Indicadores corte de vías Av. Cmdte San Martín.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,112	0,223	**0,111**	6,4	6,4	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,08	0,08	**0**	5,5	5,5	**0**	0	0	**0**	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,017	0,017	**0**	7,4	7,4	**0**	0,1	0,1	**0**	A	A

Fuente: Tabla 2 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En el caso del atravieso 4, se utilizó el PC-01 para la evaluación. Los resultados del análisis corresponden a los siguientes:

Tabla. Variación Indicadores corte de vías San Ignacio de Loyola.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.	Variación (Δ)	Sit. Proy.	Sit. Corte.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,024	0,024	0	6,1	6,1	0	0	0	0	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,076	0,152	0,076	6,8	6,8	0	0,3	0,3	0	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,065	0,065	0	6,3	6,3	0	0	0	0	A	A

Fuente: Tabla 3 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En el caso de los cortes temporales de vías, los resultados muestran que el cambio más visible se produce en algunos movimientos específicos, pero sin generar un deterioro importante en la circulación general. Para el corte evaluado en Av. Cmdte. San Martín, el cambio más notorio se observa en el movimiento de Sur a Este, donde el grado de saturación pasa de 0,112 a 0,223, con una variación de 0,111. En términos simples, esto significa que durante el corte la vía queda más ocupada que en la situación proyectada sin corte, pero sigue funcionando con margen y sin llegar a una condición de congestión. Además, en este caso no aumentan los tiempos de espera, no se forman filas adicionales y el Nivel de Servicio se mantiene en A, lo que indica que la circulación sigue siendo fluida.

En el caso del corte evaluado en San Ignacio de Loyola, el principal cambio se observa en el movimiento de Norte a Este, donde el grado de saturación aumenta de 0,076 a 0,152, con una variación de 0,076. Esto quiere decir que la intersección funciona con una mayor ocupación momentánea mientras se realiza el corte, pero aun así mantiene una operación adecuada. Al igual que en el caso anterior, no se observan aumentos en la demora, no cambian las colas y el Nivel de Servicio también se mantiene en A.

El segundo efecto de la fase de construcción tiene relación con el aumento de vehículos asociados a las obras. En este caso, se estimó que el Proyecto agregará aproximadamente 14 vehículos por hora al sistema vial del sector. Esto significa que, además de los vehículos que normalmente ya circulan por esas calles, durante la construcción se sumará un número acotado de viajes relacionados con trabajadores, equipos, materiales y operación de faenas.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control 01.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,024	0,024	0	6,1	6,1	0	0	0	0	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,063	0,076	0,013	6,7	6,8	0,1	0,3	0,3	0	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,051	0,065	0,014	6,1	6,3	0,2	0	0	0	A	A

Fuente: Tabla 4 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control 04.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,1	0,112	0,012	5,5	6,4	0,9	0	0	0	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,08	0,08	0	5,5	5,5	0	0	0	0	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,002	0,017	0,015	6	7,3	1,3	0	0,1	0,1	A	A

Fuente: Tabla 5 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Construcción Punto de Control Acceso PTOI.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: San Ignacio Loyola										
0,08	0,08	0	5,5	5,5	0	0	0	0	A	A
Desde el Este: Acceso Planta PTOI										
0,002	0,031	0,029	7,2	10,7	3,5	0	0,1	0,1	A	A
Desde el Norte: San Ignacio Loyola										
0,157	0,175	0,018	6	7,5	1,5	0	0,2	0,2	A	A

Fuente: Tabla 6 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En la fase de construcción, los resultados muestran que los cambios en los puntos evaluados son bajos. Por ejemplo, cuando el grado de saturación aumenta en 0,013 o 0,014, eso significa que la vía queda solo un poco más ocupada que antes, pero sigue funcionando con holgura, sin acercarse a una condición de congestión. Algo similar ocurre con la demora promedio. Cuando la diferencia es de 0,1, 0,2 o incluso 1,3 segundos, quiere decir que el tiempo adicional de espera para los vehículos es muy pequeño y difícilmente perceptible en la experiencia habitual de circulación.

En el caso del largo de cola, los valores proyectados de 0,1 o 0,2 vehículos indican que prácticamente no se forman filas relevantes. Es decir, no se espera una acumulación importante de vehículos en estos puntos. Además, en todos los casos el Nivel de Servicio se mantiene en A, que corresponde a una condición de circulación fluida. En otras palabras, aunque el Proyecto sí genera una variación, esta es menor y no cambia de forma importante cómo funciona la vialidad en los sectores analizados.

En resumen, los valores más significativos de la fase de construcción se observan principalmente en el Acceso PTOI y, en menor medida, en el PC-04. Sin embargo, aun en esos casos, las variaciones indican solo un aumento leve en la ocupación de las vías y en los tiempos de espera. No se proyectan filas relevantes ni un deterioro en la calidad de circulación, ya que todos los puntos evaluados mantienen un Nivel de Servicio A. En términos simples, esto quiere decir que durante la construcción habrá cambios, pero estos serían menores y no alteran de manera importante el funcionamiento normal de la red vial cercana al Proyecto. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Entrega de información sobre cortes viales*" cuyo objetivo es "*dar a conocer a las unidades vecinales de las áreas próximas al área de obras, particularmente a los atraviesos, obras eléctricas y tronaduras que deberán ser desarrollados por el Proyecto, el cronograma y plan de señalización que será implementado mientras ellas se extiendan. Dado que estas actividades inciden sobre vías que pueden ser utilizadas eventualmente por otros usuarios, el compromiso también busca informar a población general*" (ver Cuadro 7.12 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Para la fase de operación, el análisis mostró que el efecto es más bajo que en la fase de construcción. En ese escenario, el Proyecto aportaría aproximadamente 12 vehículos por hora al flujo vial del sector. Es decir, una vez terminadas las obras, el funcionamiento habitual del Proyecto generará un aumento menor de tránsito respecto de lo que ocurre durante la fase constructiva.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control 01.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: Costanera Sur										
0,026	0,026	**0**	6	6	**0**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Este: San Ignacio Loyola										
0,068	0,081	**0,013**	6,1	6,3	**0,2**	0,3	0,3	**0**	A	A
Desde el Norte: Av. Cmdte San Martin										
0,057	0,07	**0,013**	6,1	6,3	**0,2**	0	0	**0**	A	A

Fuente: Tabla 7 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control 04.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
De Sur a Este: Av. Cmdte San Martín										
0,11	0,122	**0,012**	5,5	6,6	**1,1**	0	0	**0**	A	A
De Norte a Oeste: Av. Cmdte San Martín										
0,088	0,088	**0**	5,5	5,5	**0**	0	0	**0**	A	A
De Sur a Oeste: Acceso PEAM										
0,002	0,017	**0,015**	6	7,7	**1,7**	0	0,1	**0,1**	A	A

Fuente: Tabla 8 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Tabla. Variación Indicadores Fase de Operación Punto de Control Acceso PTOI.

Grados de Saturación			Demora Promedio (s)			Largo de Cola (veh)			Nivel de Servicio	
Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.	Variación (Δ)	Sit. Base	Sit. Proy.
Desde el Sur: San Ignacio Loyola										
0,117	0,117	**0**	5,6	5,6	**0**	0	0	**0**	A	A
Desde el Este: Acceso Planta PTOI										
0,002	0,039	**0,037**	8	13,7	**5,7**	0	0,1	**0,1**	A	A
Desde el Norte: San Ignacio Loyola										
0,189	0,208	**0,019**	6,3	8,6	**2,3**	0	0,2	**0,2**	A	A

Fuente: Tabla 9 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

En la fase de operación, el Proyecto agrega 12 vehículos por hora al flujo vial del sector. De acuerdo con los resultados, este aumento genera cambios menores en los puntos evaluados. En el Punto de Control 01, las variaciones son muy bajas. Por ejemplo, un aumento de 0,013 en el grado de saturación significa que la vía queda solo un poco más ocupada, pero sigue funcionando normalmente. La demora aumenta apenas 0,2 segundos, lo que en la práctica es muy poco, y no se generan filas relevantes. Además, el Nivel de Servicio se mantiene en A, es decir, con circulación fluida.

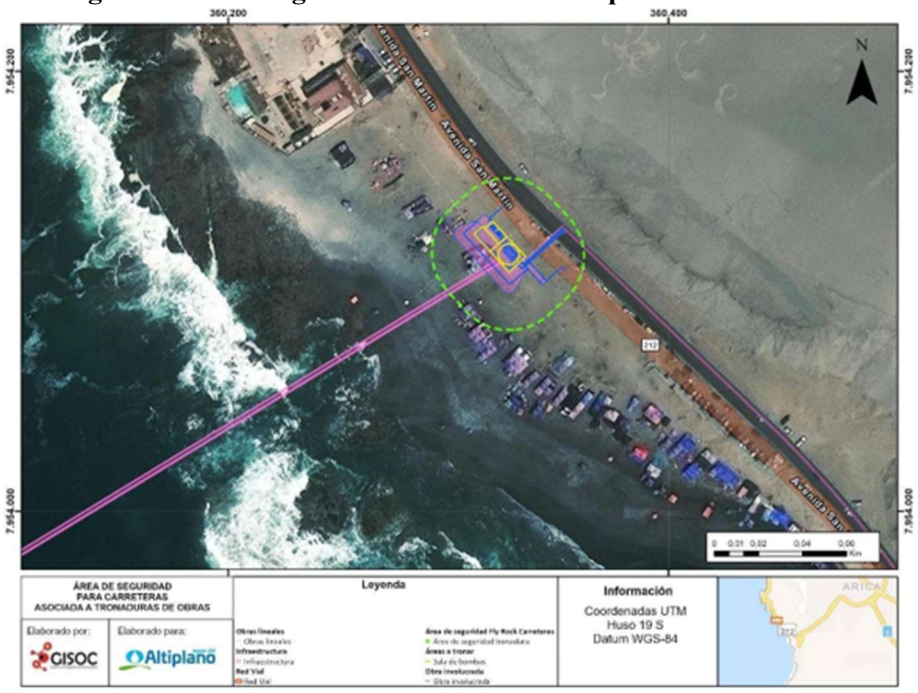
En el Punto de Control 04, también se observan cambios bajos. El caso más notorio muestra un aumento de 0,015 en el grado de saturación y de 1,7 segundos en la demora. Esto quiere decir que el acceso queda algo más exigido, pero sin generar congestión importante. La fila proyectada sigue siendo mínima, de solo 0,1 vehículos, y el Nivel de Servicio se mantiene en A. En el Acceso PTOI se observan las mayores variaciones en esta fase, por ser el punto más directamente relacionado con la operación del Proyecto. Allí, el grado de saturación aumenta en hasta 0,037 y la demora en hasta 5,7 segundos. Aun así, las filas siguen siendo bajas y el Nivel de Servicio también se mantiene en A.

En resumen, durante la fase de operación algunas vías y accesos quedan un poco más ocupados y los tiempos de espera aumentan levemente, especialmente en el acceso a la PTOI, pero la circulación general del sector sigue siendo adecuada.

Además de los cambios ya descritos para la fase de construcción, existe una situación puntual que también puede influir temporalmente en los desplazamientos del sector. Esta corresponde a las

tronaduras ya que, por razones de seguridad, al momento de realizarlas, se debe establecer un área de resguardo alrededor del lugar donde se ejecutan. En este caso, la obra más cercana a la Avenida Comandante San Martín que requiere tronadura corresponde a la sala de bombas, ubicada aproximadamente a 10 metros de la vía. Para ejecutar esta actividad de forma segura, se considera un radio de seguridad de aproximadamente 30 metros, el cual se superpone con la calzada. Por esta razón, cada vez que se realice una tronadura, será necesario detener el tránsito de manera momentánea. La figura a continuación muestra el área de seguridad mencionada en relación con la vía Av. Cmdt San Martín.

Figura. Área de seguridad de tronadura respecto de carreteras.



Fuente: Figura 5 del Anexo 15 Parte 8 de la Adenda Complementaria.

Dicho corte será breve y puntual, con una duración estimada de 20 minutos por evento. Además, se espera que esta situación ocurra como máximo 4 veces durante toda la fase de construcción, y no más de una vez por día. Junto con ello, estas actividades se programarán en horarios que no correspondan a los momentos de mayor circulación, con el fin de reducir al máximo sus efectos sobre los desplazamientos habituales. Para realizar estas actividades de forma segura, el Proyecto deberá contar con un procedimiento específico de control, que definirá el área comprometida, la forma de aviso y el control del tránsito durante cada tronadura. Este procedimiento será revisado por la autoridad competente de la I. Municipalidad de Arica. Si bien esta situación implica un corte total momentáneo del tránsito, su duración acotada y su baja frecuencia permiten concluir que no comprometerá de manera importante la circulación del sector. En otras palabras, se trata de una medida breve, puntual y necesaria por razones de seguridad.

De todas formas, y entendiendo que este tipo de actividades puede generar preocupación o afectar la planificación diaria de quienes usan habitualmente estas vías, el Proyecto propuso un CAV orientado a informar previamente a la comunidad sobre estos cortes, llamado "Entrega de información sobre cortes viales", el que busca que las vecinas, vecinos y usuarios habituales de la ruta conozcan con anticipación cuándo se realizarán estas actividades, de manera que puedan organizar sus desplazamientos, considerar tiempos de espera o elegir rutas alternativas si lo estiman necesario. La información será entregada antes de que se desarrollen las obras, e incluirá el cronograma de actividades, así como las medidas de señalización y seguridad asociadas. Esta difusión se realizará a través de las juntas de vecinos del sector, redes sociales, paneles informativos y también mediante avisos en radios locales, especialmente en el caso de los cortes programados por tronaduras.

En síntesis, aunque las tronaduras requieren un corte total momentáneo del tránsito por razones de seguridad, este será de muy corta duración, ocurrirá en pocas oportunidades y contará con aviso previo a la comunidad, por lo que no se prevé una afectación significativa sobre la libre circulación ni sobre los desplazamientos habituales del sector.

En síntesis, de acuerdo con el análisis presentado por el Titular, el Proyecto sí tendrá una interacción con la vialidad del sector, tanto durante la fase de construcción como durante la operación. Sin embargo, esa interacción fue estudiada en detalle y los resultados muestran que los cambios esperados son acotados y no alteran de manera importante el funcionamiento normal de las vías cercanas. Para llegar a dicha conclusión, el Titular revisó cómo funciona hoy la red vial del sector, a partir de observaciones en terreno, conteos vehiculares y análisis de los movimientos en las intersecciones más cercanas al Proyecto. Luego, esa situación actual se proyectó a los años estimados para la construcción y la operación, incorporando tanto el crecimiento normal del tránsito como el flujo adicional asociado al Proyecto. De esta manera, fue posible comparar la situación actual con la situación futura y determinar si los cambios serían o no relevantes. Los antecedentes metodológicos, modelaciones y resultados detallados de esta evaluación se presentan en el Anexo Obs. 6.17 Estudio Vial de la presente Adenda del Proyecto.

En la fase de construcción, los resultados muestran que las principales intervenciones del Proyecto sobre la vialidad se relacionan con lo siguiente:

5. Ingreso de vehículos asociados a las obras: se estima un aporte aproximado de 14 vehículos por hora. Esto se traduce en que algunas vías y accesos quedan un poco más ocupados que en la situación actual.
6. Cortes temporales de tránsito por atraviesos y otras obras: en estos casos, el tránsito se reduce momentáneamente, manteniéndose solo una pista habilitada en ciertos sectores. Esto se traduce en una mayor exigencia temporal de la vía, aunque sin generar problemas importantes de congestión.
7. Corte total momentáneo por tronaduras: por razones de seguridad, en eventos puntuales será necesario detener completamente el tránsito durante aproximadamente 20 minutos. Esto se traduce en una interrupción breve y acotada, prevista solo en pocas oportunidades durante la construcción.

Aun así, los resultados indican que las intersecciones analizadas siguen funcionando en buenas condiciones. En términos simples, algunas vías quedan un poco más ocupadas y en ciertos puntos los tiempos de espera aumentan levemente, pero no se proyectan problemas importantes de congestión, ni formación relevante de filas, ni una pérdida importante en la calidad de circulación. De hecho, en todos los casos analizados el Nivel de Servicio se mantiene en A, lo que corresponde a una circulación fluida.

En la fase de operación, la principal intervención del Proyecto sobre la vialidad se relaciona con el ingreso de vehículos asociados al funcionamiento normal del Proyecto: se estima un aporte aproximado de 12 vehículos por hora. Esto se traduce en que algunas vías y accesos quedan levemente más ocupados que en la situación base.

Al Igual que en la fase de construcción, los resultados muestran que este cambio es bajo. En términos simples, algunas vías y accesos presentan un aumento menor en su nivel de uso y en ciertos casos los tiempos de espera suben levemente, especialmente en el acceso a la PTOI. Sin embargo, no se proyectan problemas importantes de congestión, no se generan filas relevantes y la circulación general del sector se mantiene en buenas condiciones. De hecho, en todos los puntos evaluados el Nivel de Servicio sigue siendo A, lo que corresponde a una circulación fluida.

Además de lo anterior, se revisó una situación particular asociada a las tronaduras, ya que estas requieren establecer un área de seguridad que, en algunos casos, se superpone con la vía. Por esta razón, cada tronadura implicará un corte total momentáneo del tránsito, con una duración estimada de 20 minutos por evento. No obstante, esta situación será puntual y de baja frecuencia, ya que se prevé un máximo de 4 eventos durante toda la fase de construcción, con un máximo de uno por día, y además serán programados en horarios distintos a los de mayor circulación. Por ello, aun cuando se trata de un corte completo momentáneo, no se prevé que afecte de manera significativa los desplazamientos habituales del sector.

Junto con ello, el Proyecto incorpora un Compromiso Ambiental Voluntario (“Entrega de información sobre cortes viales”) para informar previamente a la comunidad sobre estos cortes y otras intervenciones que puedan afectar la circulación. Esto permitirá que vecinas, vecinos y usuarios habituales de la ruta conozcan con anticipación cuándo se realizarán estas actividades, de modo que puedan organizar sus viajes, considerar tiempos de espera o elegir rutas alternativas si así lo requieren. Esta información será difundida a través de juntas de vecinos, redes sociales, radios locales y otros medios de apoyo.

El análisis realizado por el Titular permite observar que si bien el Proyecto genera cambios en la vialidad, estos son menores, temporales o acotados, según la fase y la actividad considerada, por lo que no se proyectan alteraciones significativas tanto en la conectividad del sector, en la libre circulación o en los tiempos habituales de desplazamiento de la comunidad. Por esta razón, se concluye que la vialidad del entorno seguirá funcionando de manera adecuada tanto durante la construcción como durante la operación del Proyecto.

Observación N° 173:

Terreno salino: en el sector de Ignacio Loyola con Sotomayor ya hay departamentos donde se han producido socavones por alcantarillas en mal estado, temo que su planta desaladora tan cerca de nuestros departamentos se vea afectados a futuro en caso de que haya fugas o fallas en su proyecto.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la geotecnia y la ingeniería del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Anexo Obs. 9.4, línea de base de Geología y Geomorfología de la Adenda Complementaria, pp. 72-73 y 80-81, señala que parte del trazado de tuberías cruza depósitos eólicos y coluviales de baja consolidación y alta salinidad. Advierte expresamente que una rotura de matriz puede generar escorrentía y socavación local en materiales semi o no consolidados con sales solubles. Por ello, el control de fugas es relevante aunque la escorrentía natural del sector sea baja.

La respuesta complementaria del Titular a la observación 173 del ICSARA Ciudadano parte 9 de la Adenda Complementaria identifica el condominio Altos del Mar, en la intersección de San Ignacio de Loyola con Rafael Sotomayor, como punto S1 de referencia. Informa 691 m desde ese punto hasta la PTOI. Esa distancia ayuda a evaluar la vibración de la construcción respecto de la planta; no determina por sí sola la trayectoria de una eventual fuga en otra parte del sistema de tuberías ni reemplaza la inspección del lugar del incidente.

El Titular fundamentó la elección de Arenillas Negras en su cercanía al mar y a la demanda de agua, la menor energía de bombeo, la disponibilidad de un terreno de Bienes Nacionales y la ubicación de la PTOI fuera de la zona de inundación por tsunami, según lo indicado en la observación 173 del ICSARA Ciudadano parte 9 y el EIA, Capítulo 1.

Prevención en las conducciones y en la planta

El EIA, Capítulo 1, numeral 1.4.2.2, pp. 1.57-1.59, describe dos tuberías paralelas de HDPE de 500 mm enterradas en una zanja de aproximadamente 1.451 m entre la planta elevadora de agua de mar y la PTOI. El diseño incorpora antiariete para evitar sobrepresiones por cortes de energía y dos flujómetros magnéticos. El mismo capítulo, pp. 1.106-1.108, prevé conexiones selladas, pruebas preliminares, protección de las conducciones, relleno compactado y pruebas de resistencia y estanqueidad en las instalaciones que correspondan. La ubicación del proyecto sobre un predio distinto de los departamentos y la mejor compactación de los depósitos bajo la PTOI y la PEAP, indicada en el Anexo Obs. 9.4, p. 80 de la Adenda Complementaria, son antecedentes favorables.

La protección durante la operación se precisa en el Anexo Obs. 8, Plan de Contingencias y Emergencias, de la Adenda Excepcional, pp. 8.35-8.36. Allí se contempla evaluación periódica de puntos de falla, identificación de válvulas y ductos críticos, mantenimiento de bombas y controles de presión, inspección visual o mecánica de conducciones y capacitación del personal. Si se detecta una rotura o fuga, el plan

ordena evaluar su magnitud, cerrar válvulas de emergencia, detener bombas si corresponde, adoptar medidas de seguridad para áreas cercanas, reparar y emitir un informe de daños y reparaciones. El plan no afirma que toda falla pueda detectarse antes de que salga agua al subsuelo; por ello, importa la rapidez del aislamiento y la inspección posterior.

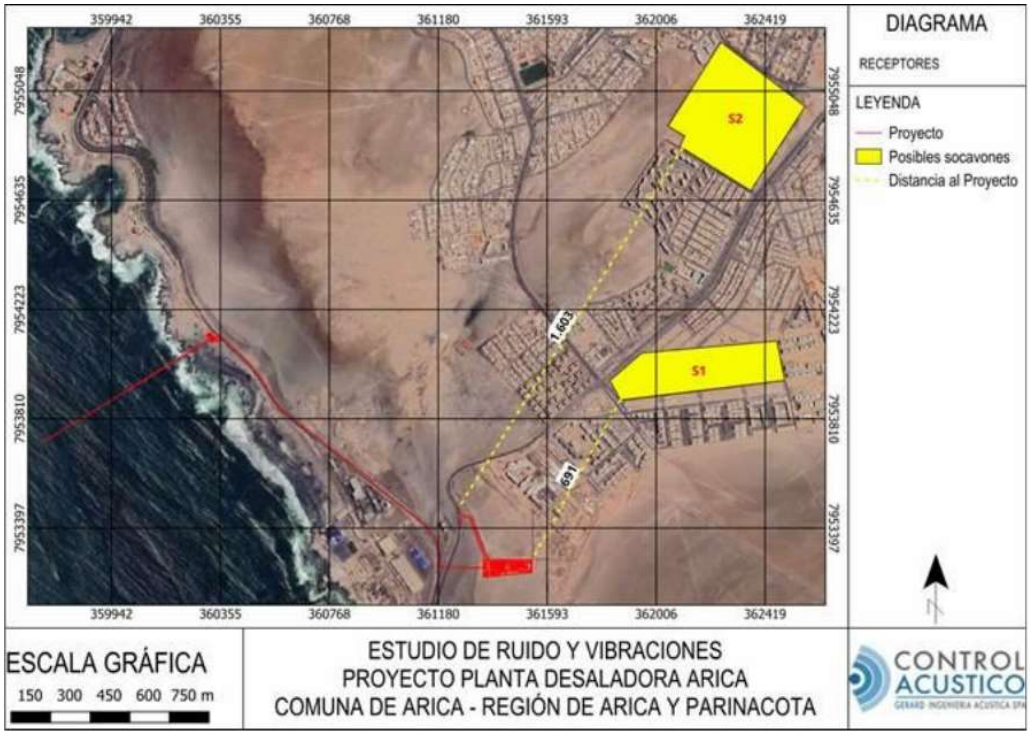
A la luz del mecanismo geológico descrito, una revisión posterior a una fuga debe determinar si el agua produjo erosión, pérdida de finos, huecos o inestabilidad en el tramo afectado antes de reconstruir o volver a presurizar. El Anexo Obs. 9.4 de la Adenda Complementaria, pp. 80-81, recomienda revestimientos y obras contra erosión y socavación en depósitos poco consolidados, además de contención y estabilización en taludes intervenidos. El Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, p. 8.36, exige reparación, evaluación postemergencia e información sobre lo ocurrido. Estas disposiciones sustentan revisar el terreno y corregir el origen de la fuga, no solo restablecer el flujo.

Vibraciones de obra y preocupación por fallas futuras

El Titular evaluó también las vibraciones de la construcción. Para S1 estimó menos de 0,01 pulgadas por segundo por maquinaria frente al criterio conservador de 0,12, y 0,10 mm/s por tronaduras frente al criterio de 3 mm/s; para S2 los valores modelados fueron inferiores a 0,01 pulgadas por segundo y 0,07 mm/s, respectivamente. Los criterios citados se refieren a posibles daños de edificaciones sensibles, no a un umbral comprobado de formación de socavones.

La siguiente figura permite situar S1 en el sector consultado y S2 en Lomas de Miramar. Su finalidad es representar receptores conservadores para el cálculo de vibraciones; los polígonos amarillos no corresponden a la ubicación precisa ni a la extensión comprobada de cada socavón.

Figura. Ubicación referencial de S1 y S2 respecto de las obras del Proyecto



Fuente: Figura 7, ICSARA Ciudadano parte 9, observación 173, Adenda Complementaria.

Tabla. Receptores y resultados de vibración considerados por el Titular

Receptor	Distancia a obra	Maquinaria PPV	Tronadura PPV
S1 Altos del Mar	691 m a PTOI	< 0,01 in/s	0,10 mm/s
S2 Lomas de Miramar	1.603 m a camino	< 0,01 in/s	0,07 mm/s
Criterio de referencia	Según fuente de vibración	0,12 in/s	3 mm/s

Fuente: Resumen elaborado a partir de la observación 173, ICSARA Ciudadano parte 9, Adenda Complementaria.

La conclusión fundada es que el proyecto reconoce la susceptibilidad del terreno, incorpora protección y control de sus conducciones y dispone una respuesta ante fugas. Si se produjera una pérdida de agua, deberá verificarse en terreno su alcance y la estabilidad de las áreas próximas, reparar y documentar el resultado antes de reiniciar el tramo comprometido.

63. Observante: Juan Manuel Vivanco Flores

Observación N° 174:

Planta desalinizadora: cuando se instale la planta va a causar un daño colateral con el medio ambiente y el ecosistema marino y los mariscos y peces, algas, que es donde se reproducen todos los mariscos y dañando las playas ariqueñas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

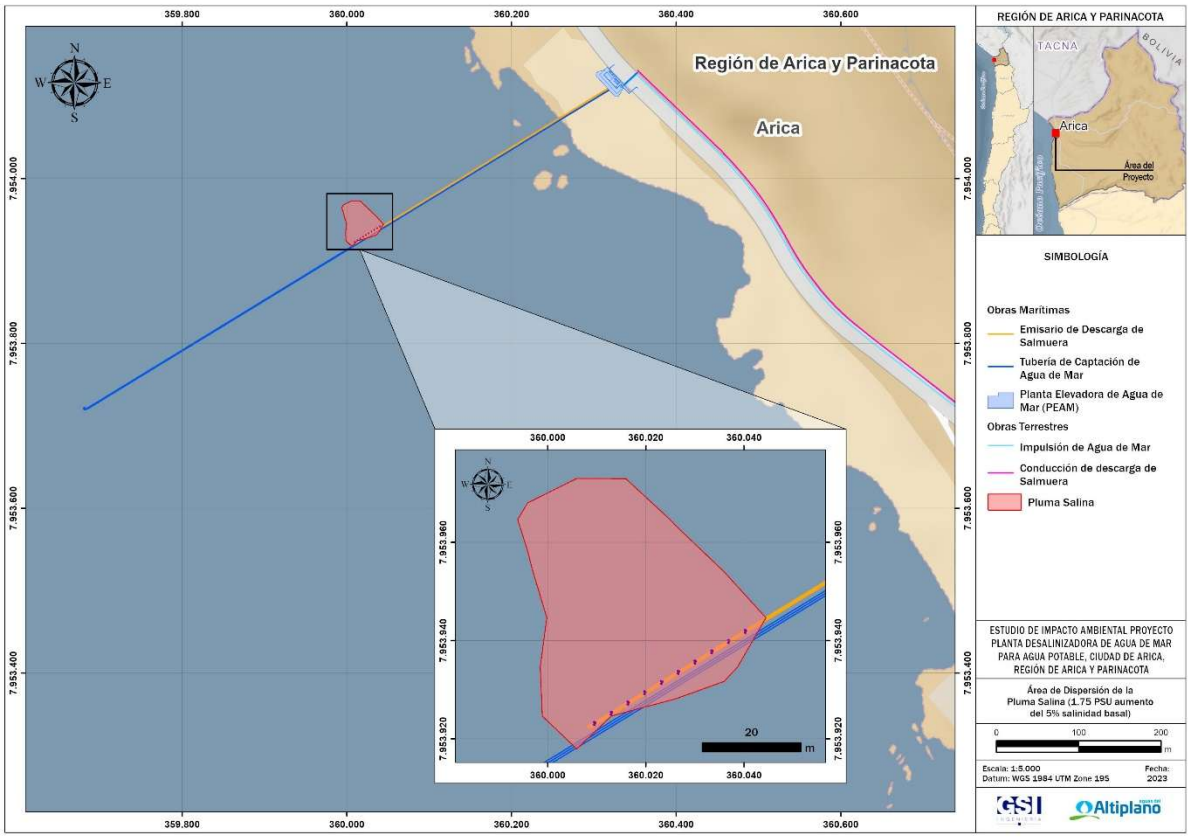
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán

únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

8. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

9. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Respecto a los impactos, en la fase de operación se han identificado diferentes impactos asociados a las obras de toma de agua de mar y la descarga de salmuera. En cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Por otra parte, la captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

El proyecto incluye el mantenimiento de la torre de captación de agua de mar, específicamente de las rejillas, para remover la fauna bentónica presente. Esta acción provoca una alteración menor en las especies locales, lo que también se considera un impacto de baja intensidad. Finalmente, el proyecto contempla la descarga de agua salina concentrada al mar como resultado del proceso de desalinización. Esta descarga se realiza en un área muy pequeña de menos de 0,18 hectáreas y se mantendrá a largo plazo durante la operación de la planta desaladora.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo PAS 119 Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Adicionalmente, la operación del proyecto considera la descarga de químicos en el mar. En este sentido, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En relación con las playas cercanas, no se estima un impacto significativo en los ecosistemas marinos debido a lo acotado del aumento de salinidad ni por la descarga de químicos, así como tampoco en las playas cercanas, entre las que se incluyen las playas La Lisera y El Laucho, además de la playa el Chinchorro y Las Machas, en tanto no se producen concentraciones significativas de contaminantes que puedan implicar riesgo para la salud de la población que utilice el borde costero con fines recreativos.

64. Observante: Ernesto Fidel Godoy Martinez

Observación N° 175:

Contaminación del fondo marino: Soy pescador artesanal, mariscador de orilla , me he informado al respecto y una desaladora si tiene un alto impacto ambiental dañando la biofauna, ya que las descargas de salmuera más residuos químicos dañaran el normal crecimiento de todo lo que vive en el mar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que la planta desalinizadora tendría un alto impacto ambiental sobre la vida marina, que la descarga de salmuera junto con residuos químicos contaminaría el fondo marino y que ello dañaría el crecimiento de los organismos que viven en el mar. Se responde describiendo el medio marino previo al Proyecto, el comportamiento de la salmuera en el mar y el fondo, el manejo de los productos químicos, lo que concluyó la evaluación sobre el crecimiento de los organismos marinos y su vigilancia durante la operación.

La línea de base corresponde a la descripción del medio marino en su condición previa al Proyecto, y sirve de referencia para medir cualquier cambio futuro. Se construyó con información de 2017 y 2018, dos campañas de terreno en 2022 (verano e invierno), una campaña complementaria en 2025, un estudio específico de bancos naturales en 2025 y estudios de laboratorio y modelaciones. En conjunto abarcó el agua de mar, los sedimentos del fondo, las comunidades bentónicas (organismos que viven sobre o dentro del fondo marino), el plancton (organismos, en su mayoría microscópicos, que flotan a la deriva en el agua), las aves, los mamíferos y reptiles marinos, y los bancos naturales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.43). La salinidad natural del sector, a la profundidad de la descarga, se mantiene entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), según la estación del año (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.96). Esta unidad equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua.

Para los recursos de interés pesquero se realizó un estudio de bancos naturales; un banco natural es un sector del fondo marino donde una especie se presenta con una concentración elevada, continuidad espacial y extensión suficiente, según criterios técnicos definidos por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) (Adenda Complementaria, p.244). El estudio consideró el trazado del ducto de captación, la obra de captación, el emisario submarino y su difusor, y la cobertura completa de la pluma de descarga (Adenda Complementaria, p.51). Mediante la metodología oficial de SUBPESCA, denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se determinó que el choro zapato (Choromytilus chorus) es el único recurso que constituye banco natural (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda

Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

La planta funciona mediante osmosis inversa, proceso que hace pasar agua de mar a alta presión por membranas que retienen las sales; el agua de rechazo, la salmuera, es agua de mar con mayor concentración de sal. La salmuera sale al mar por el emisario, que es la tubería de descarga, a través de ocho portas de dilución, es decir, boquillas, separadas 4 metros entre sí. La modelación consideró la condición más exigente, 244 litros por segundo de salmuera con 63,69 psu. La salmuera forma una pluma, es decir, una masa de agua más salada que sale de las boquillas, se mezcla en su trayecto con el agua que la rodea y vuelve a tomar contacto con el fondo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.107).

Según la modelación, la dilución ocurre rápidamente en las proximidades de los difusores, y la simulación de doce años completos de operación, entre 2012 y 2023, mostró aumentos promedio de salinidad inferiores al 1%, con niveles que se mantienen estables a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). En el 68% de los escenarios evaluados el aumento quedó bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Ese 5% es el valor de referencia de la guía australiana y neozelandesa de calidad de aguas ANZECC (1992) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.9). Incluso en el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 psu, un 11,39% por sobre la salinidad natural, y se concentra en el entorno inmediato de la descarga. A 1,18 metros el exceso ya baja a un 10%, y a 2,13 metros baja a un 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Los estudios con trazadores, que consisten en marcar el agua vertida y seguir su desplazamiento, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

En cuanto a los residuos químicos, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Las membranas requieren además limpiezas periódicas mediante un sistema de limpieza en el lugar (CIP, por su sigla en inglés, Clean-In-Place); las aguas de lavado de las membranas y de los filtros pasan por un estanque de

neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78). La salmuera está libre de sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56) y de sustancias tóxicas, y se mantendrá libre de acumulación en organismos y en sedimentos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). Además, cumplirá los límites de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma de emisión para las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

Para responder directamente si la descarga puede dañar el crecimiento de la vida marina, el expediente incorpora un estudio de toxicidad aguda y crónica de las aguas de rechazo, elaborado por la Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). La toxicidad aguda mide si un organismo muere en una exposición corta, y la crónica, si su crecimiento se ve afectado. Se usaron el copépodo Tisbe longicornis, un pequeño crustáceo de la cadena alimentaria marina, y la microalga Isochrysis galbana, primer eslabón de esa cadena (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). La mitad de los copépodos muere con 40,60 psu después de 48 horas de exposición, valor conocido como concentración letal media (LC50), y el crecimiento de la mitad de las microalgas se inhibe con 44,80 psu después de 96 horas, valor conocido como concentración de efecto media (EC50) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.7). El estudio establece que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a observarse a partir de una salinidad de 40,54 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8).

Integrando estos resultados con la modelación, el expediente concluye que, incluso en condiciones extremas, la salinidad proyectada en el medio marino se mantiene por debajo de los niveles necesarios para provocar esos efectos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La Gobernación Marítima de Arica, autoridad competente en esta materia, se pronunció conforme sobre el Permiso Ambiental Sectorial N°115, que es el permiso que autoriza esta descarga al mar (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 3). El impacto "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar" fue evaluado como no significativo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.60), y los efectos sobre las comunidades de plancton y del fondo marino permanecen circunscritos al área de influencia, es decir, el espacio donde pueden manifestarse los efectos del Proyecto, manteniéndose las poblaciones y las funciones ecológicas del ecosistema (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166). Como verificación adicional durante la operación, el Titular debe proponer a la Autoridad Marítima un Programa de Bioensayos, es decir, pruebas en que se exponen organismos vivos al efluente para medir su respuesta (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.2).

Para comprobar en el tiempo que estas predicciones se cumplan, el Proyecto debe ejecutar un Plan de Vigilancia Ambiental durante la operación. El plan monitorea la pluma salina, el agua de mar, los sedimentos, las comunidades del fondo marino y del intermareal, es decir, el sector de costa que la marea cubre y descubre, los bancos naturales, el plancton, los peces y las aves, reptiles y mamíferos marinos, e incluye la inspección submarina de las tuberías de captación y descarga (Adenda Complementaria

Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.2). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica estableció que este plan debe ejecutarse durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, conforme al D.S. (M) N°1, Reglamento para el Control de la Contaminación Acuática. Cualquier cambio en su frecuencia o en sus parámetros requerirá fundamento técnico y evaluación y pronunciamiento previos de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En conjunto, la línea de base describe el medio marino previo al Proyecto e identifica al choro zapato como el único banco natural, que será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental. La salmuera se diluye en los primeros metros desde la descarga, se dispersa hacia sectores alejados de la costa y la modelación de doce años muestra niveles estables en el tiempo. Los productos químicos se neutralizan o transforman en compuestos inertes antes de la descarga, la salmuera está libre de sustancias tóxicas y de acumulación en organismos y sedimentos, y cumplirá la norma de emisión para aguas marinas. Respecto del crecimiento de los organismos, el expediente concluye que la salinidad proyectada se mantiene por debajo de los niveles que producen efectos en los ensayos de laboratorio, el cambio en la calidad del agua fue evaluado como no significativo y la Gobernación Marítima de Arica se pronunció conforme sobre el permiso de descarga. El Plan de Vigilancia Ambiental permitirá verificar estas condiciones durante toda la etapa de operación, mientras exista descarga al mar.

Observación N° 176:

Succión de agua de mar y sus consecuencias: al succionar el agua de mar también va a succionar huevos, larvas, moluscos, en crecimiento, plancton y algas entre otras especies marinas, por lo que se va a ver interrumpido el normal crecimiento y desarrollo de la biofauna existente en arenillas negras.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

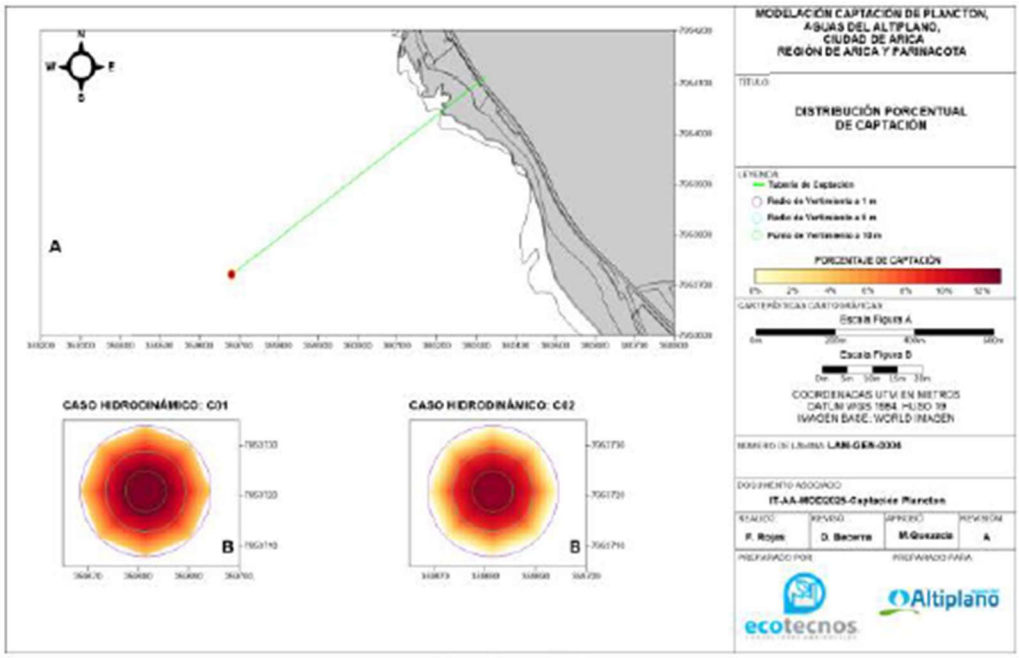
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la figura anterior, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado

disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies

con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 177:

Tronaduras en el fondo rocoso: su proyecto contempla tronar el fondo rocoso, sus medidas de mitigación son; perturbar y disuadir, eso solo contemplaría a la fauna que nada y vuela, pero en el fondo marino de playa arenillas negras hay bancos de almejas, locos, piures, lapas, entre otros seres vivos, que harán caso omiso a sus medidas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

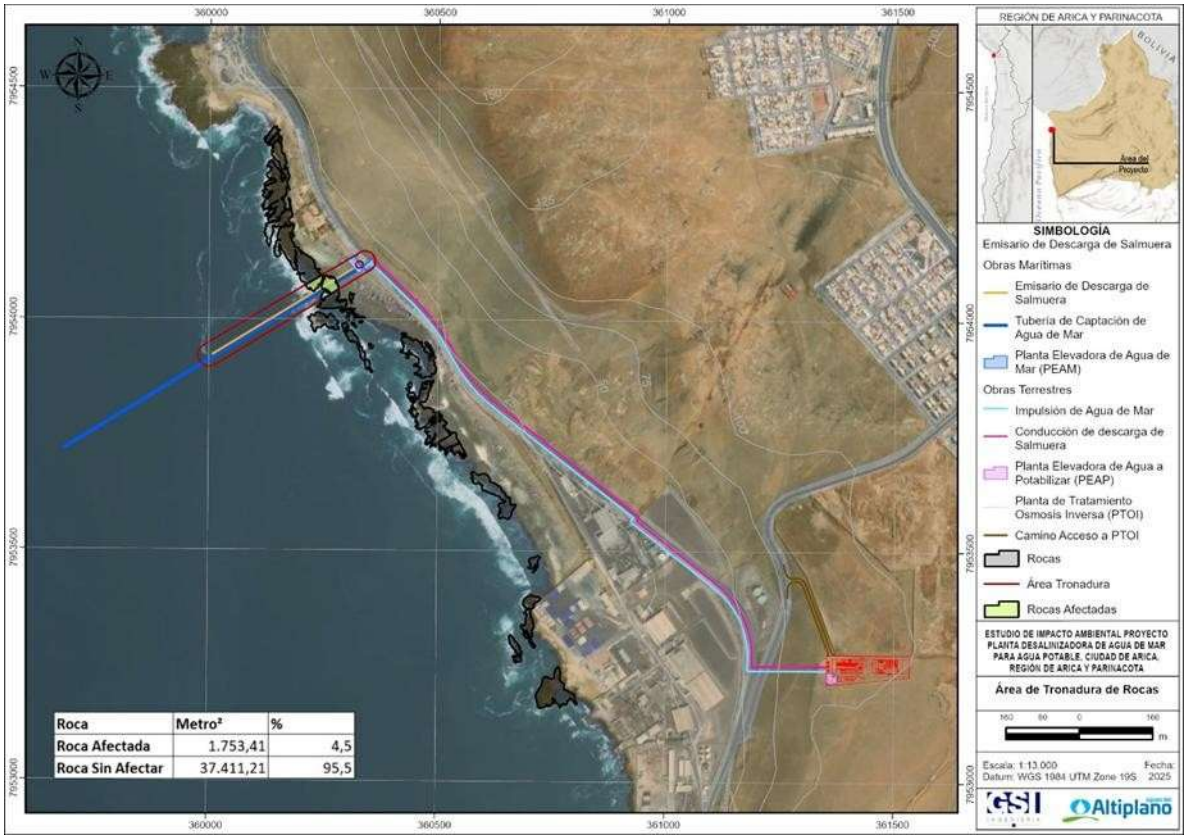
Respuesta a la observación:

En la fase de construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta

una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, de acuerdo con lo declarado por el Titular en la Parte 4 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, el uso de tronaduras está diseñado para afectar solo el área estrictamente necesaria para la instalación de la tubería, representando solo un 4,5% de la superficie rocosa total, como se muestra en la siguiente Figura. Esto significa que el 95,5% del área rocosa no será intervenida, garantizando la preservación del ecosistema y la morfología del sector.

Figura. Rocas afectadas tronadura



Roca	Metro²	%
Roca Afectada	1.753,41	4,5
Roca Sin Afectar	37.411,21	95,5

Fuente: Figura 1, Parte 4 Anexo 15, Adenda Complementaria

En este sentido, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, debido a las acciones de perforación de rocas, tronaduras, hincado de pilotes para el muelle provisorio para el montaje de estructuras (parte de la instalación de faenas), faenas de dragado de suelo marino (zona submareal) y navegación de embarcaciones en el mar superficial, se desprenden los siguientes impactos: “Efectos adversos sobre las comunidades intermareales”, “Efecto adverso sobre comunidades bentónica”, “Efecto adverso sobre los mamíferos marinos”, “Efecto adverso sobre comunidades planctónicas” y “Efecto adverso sobre recursos marinos (peces)”.

Adicionalmente, para la predicción y evaluación de impactos en La Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, presentada en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018, se presentan las siguientes especies en el intermareal rocoso:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En general, se prevé una afectación sobre las comunidades intermareales presentes en el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Observación N° 178:

La economía: hay muchos pescadores y mariscadores como yo que trabajamos en playa arenillas negras y llevamos el sustento económico y alimentos del mar a nuestros hogares, por lo que de construirse una desaladora en el lugar nos afectara inmensamente.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que la instalación de la planta desalinizadora en Arenillas Negras afectaría a los numerosos pescadores y mariscadores que trabajan en ese sector y que obtienen de ese trabajo el sustento económico y los alimentos del mar que llevan a sus hogares. Para responder, se presenta cómo el

expediente reconoce a estos trabajadores y el valor de su actividad, y luego qué ocurre con su trabajo, su sustento y las medidas asociadas durante la fase de construcción y durante la fase de operación.

El expediente reconoce la magnitud y el valor de este trabajo. La Línea de Base de Medio Humano identificó siete organizaciones de pesca artesanal en Arenillas Negras, de las cuales cuatro son sindicatos independientes de buzos a pulmón que reúnen a 120 integrantes (Adenda 1, Cuadro N°3.4, p.156), y las entrevistas a sus dirigentes registraron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

Durante la fase de construcción, las obras restringen de manera temporal y parcial una parte del sector donde trabajan pescadores y mariscadores, y el resto se mantiene disponible. En la playa, la única obra que modifica el paso por la orilla es la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, y la orilla puede seguir alcanzándose desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76), cuya superficie se reduce de aproximadamente 1,10 a 0,48 hectáreas a lo largo de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52) y que las embarcaciones pueden rodear para llegar a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del verano; las terrestres priorizan los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y durante cada tronadura submarina la evacuación rige solo en el mar y solo por los 20 minutos que dura el evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), con aviso de 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Esta restricción fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. En cuanto al recurso, la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152); las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso

intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante, con recolonización de algas e invertebrados esperada en el sector intervenido en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). De este modo, durante la construcción los pescadores y mariscadores pueden seguir ingresando a la playa, recolectando en los roqueríos y saliendo al mar, y con ello mantener el sustento económico y los alimentos del mar que llevan a sus hogares.

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la PEAM queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). En cuanto a los recursos que constituyen esos alimentos del mar, el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Ese plan incluye el monitoreo de la salinidad en 22 estaciones, de la fauna íctica, es decir, los peces, y el monitoreo semestral de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Concluidas las obras, el trabajo de pescadores y mariscadores, y con él el sustento económico y los alimentos del mar que llevan a sus hogares, puede seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

A partir de lo descrito, el trabajo de los pescadores y mariscadores de Arenillas Negras, que el expediente reconoce como su principal fuente de ingresos, continúa en ambas fases del Proyecto. En la construcción, la restricción es temporal y parcial: la orilla puede alcanzarse por ambos costados de la instalación de faenas, los roqueríos se mantienen abiertos, el buffer de seguridad coincide con una fracción acotada del área de recolección y puede ser rodeado por las embarcaciones, y las tronaduras se ejecutan fuera del verano, en eventos de 20 minutos avisados con anticipación. Esta restricción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación, el trabajo puede seguir desarrollándose, y con él el sustento y los alimentos del mar que llegan a sus hogares.

65. Observante: Javiera Emidret Sanhueza Godoy

Observación N° 179:

Biofauna: la succión del agua con motores se llevará huevos de pescados, plancton, larvas y entre otras especies marinas, que caen por las rendijas del succionador además la biofauna que tiene el mar no soporta los altos niveles de salinidad que provocara en el mar la desalinizadora.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

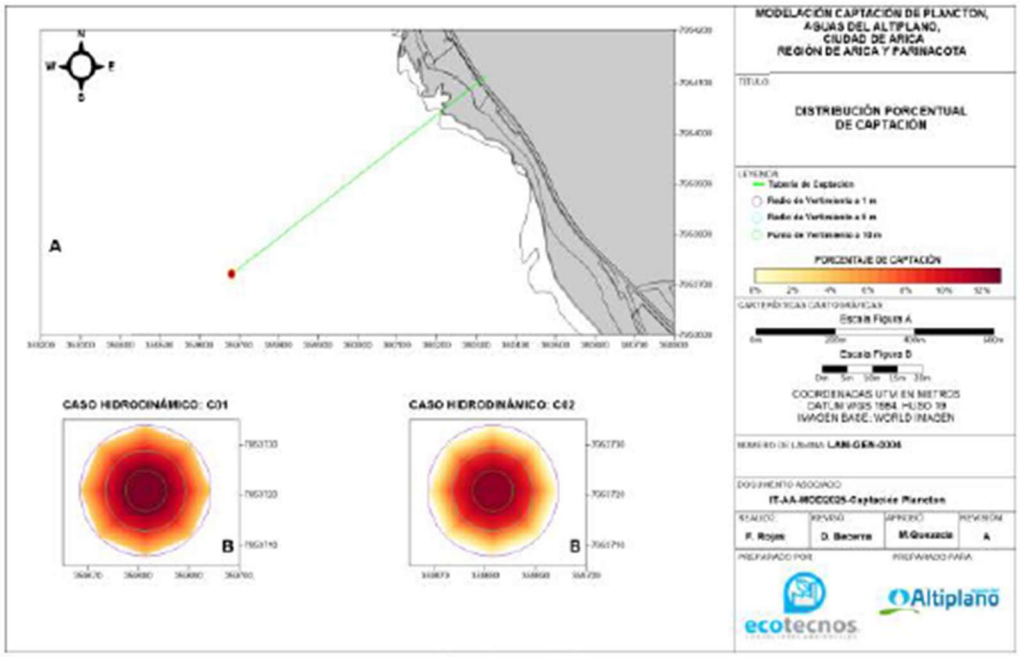
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 180:

Contaminación ambiental: La desalinizadora afectara a la población que colinda con la industria, debido a que emitirá olores que afectaran a las personas que vivan en el sector, de la subida a las pesqueras debido a que se está edificando en una zona urbana, también afecta la biofauna, porque limpiaran sus cañerías con químicos que incluso afectan al ser humano.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

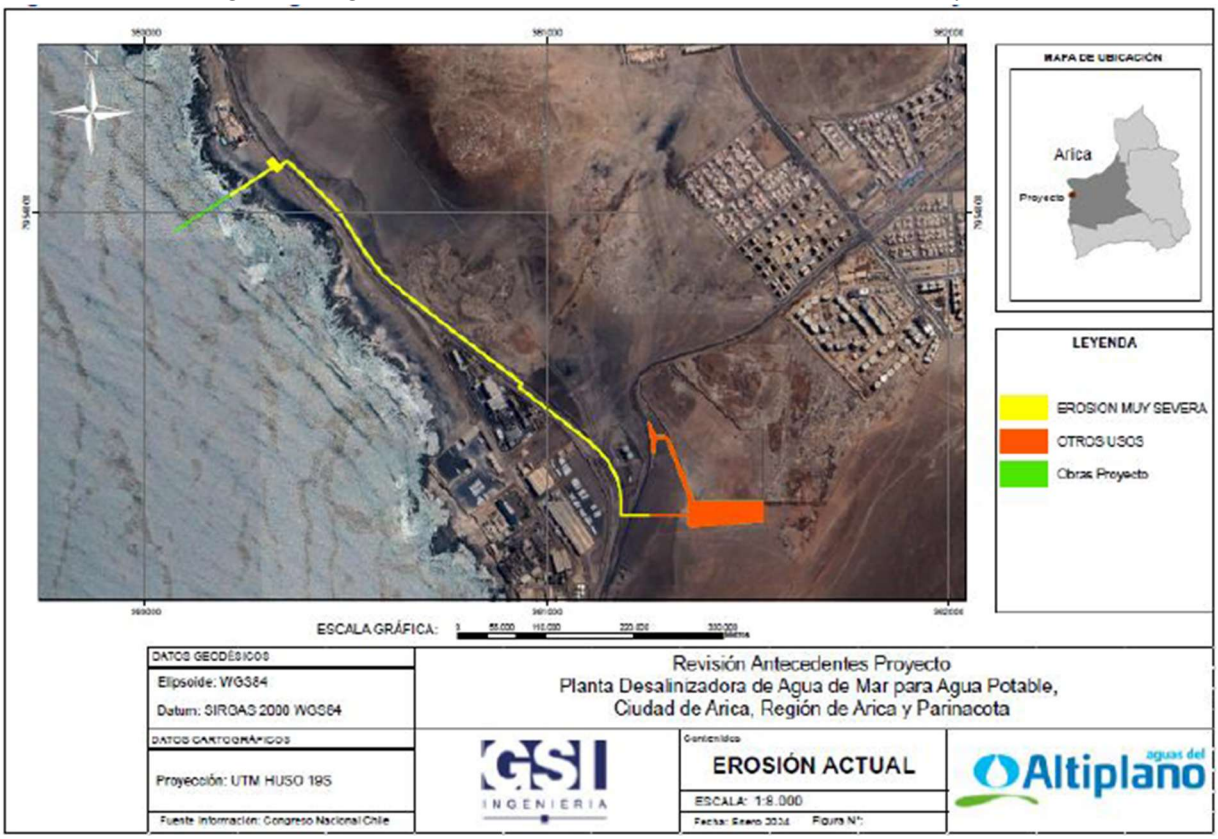
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino"*, el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

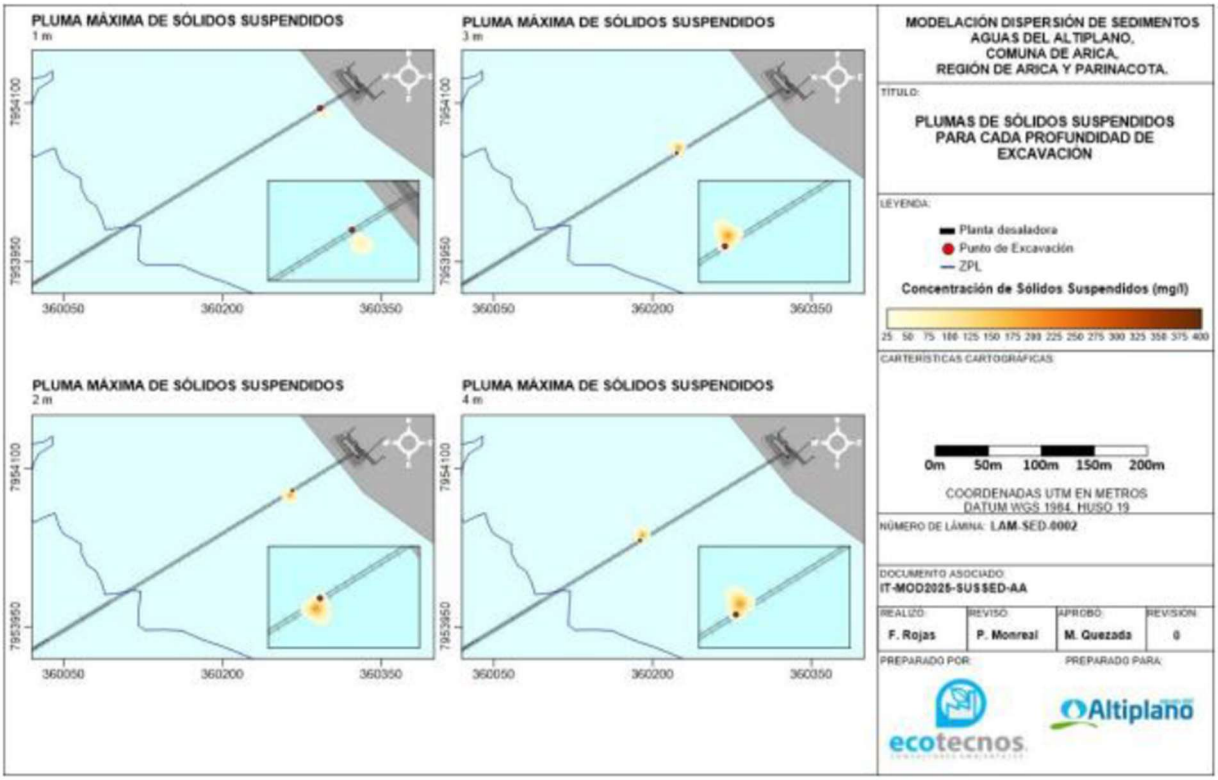
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

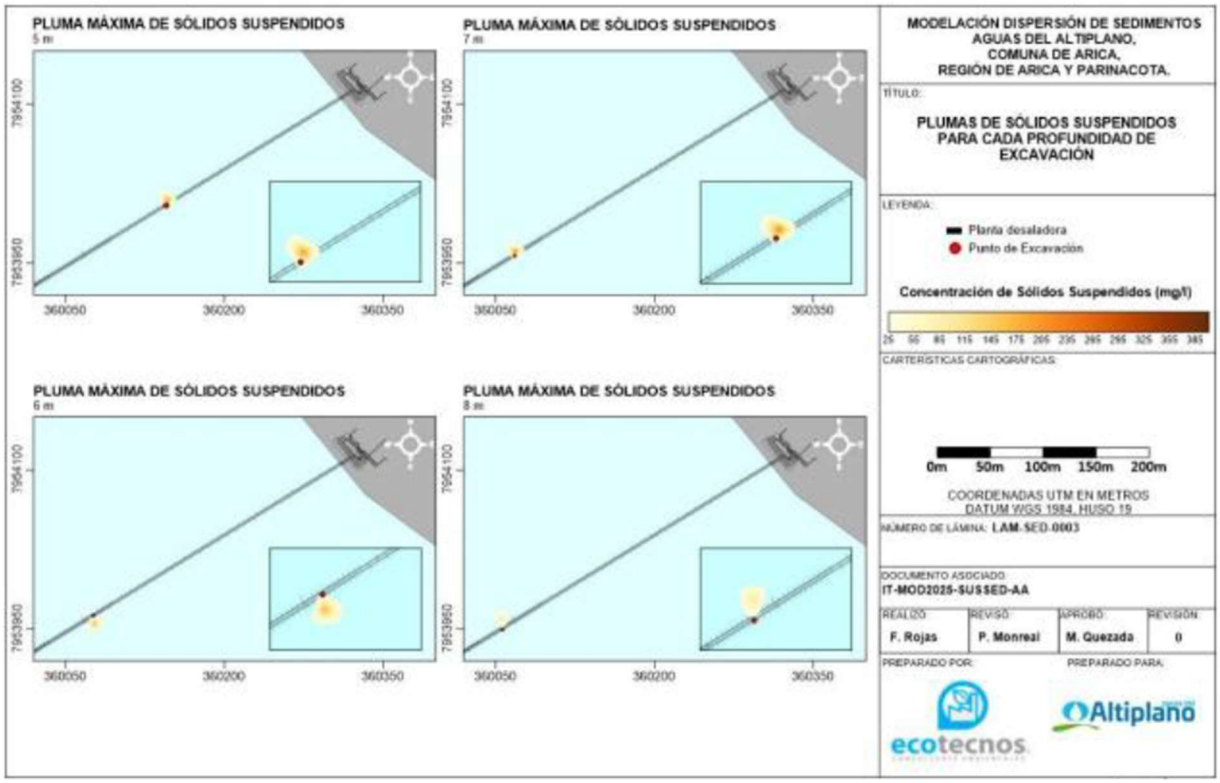
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico38

38 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual39

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

39 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

10. 29,5 [m] para actividades de perforación;

11. 34,3 [m] para actividades de dragado;

12. 533 [m] para actividades de embarcación;

13. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

14. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

15. 2 [m] para actividades de perforación;

16. 3 [m] para actividades de dragado;

17. 11 [m] para actividades de embarcación;

18. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

19. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

20. 613,17 [m] para actividades de perforación

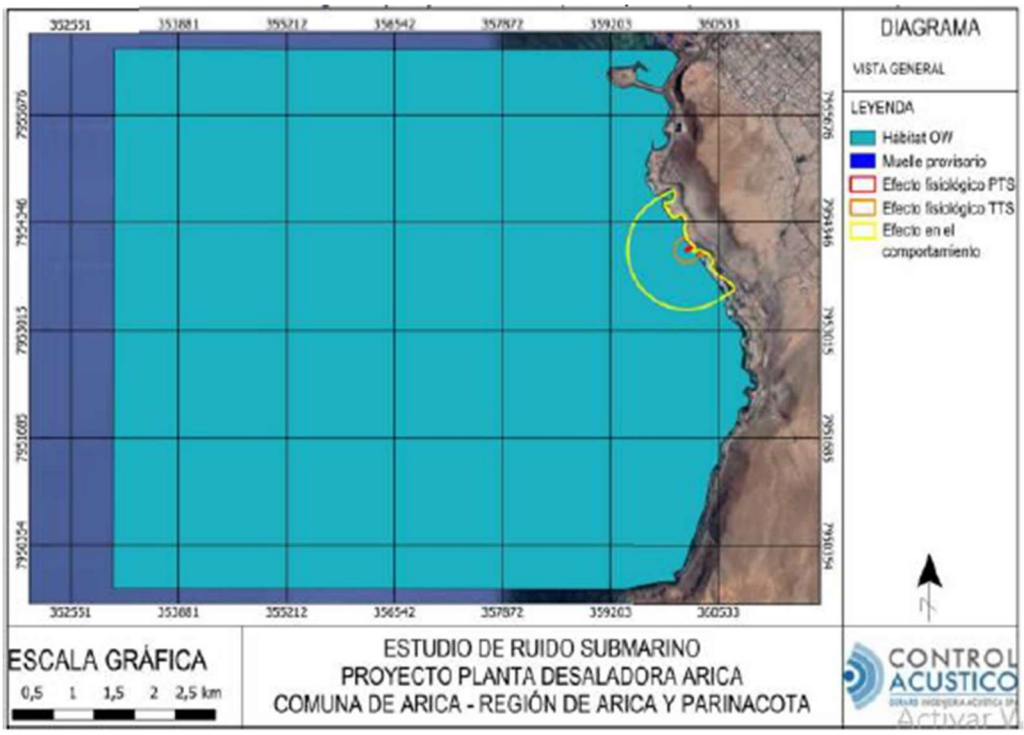
21. 730,36 [m] para actividades de dragado;

22. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

23. 3094 [m] para actividades de tronaduras

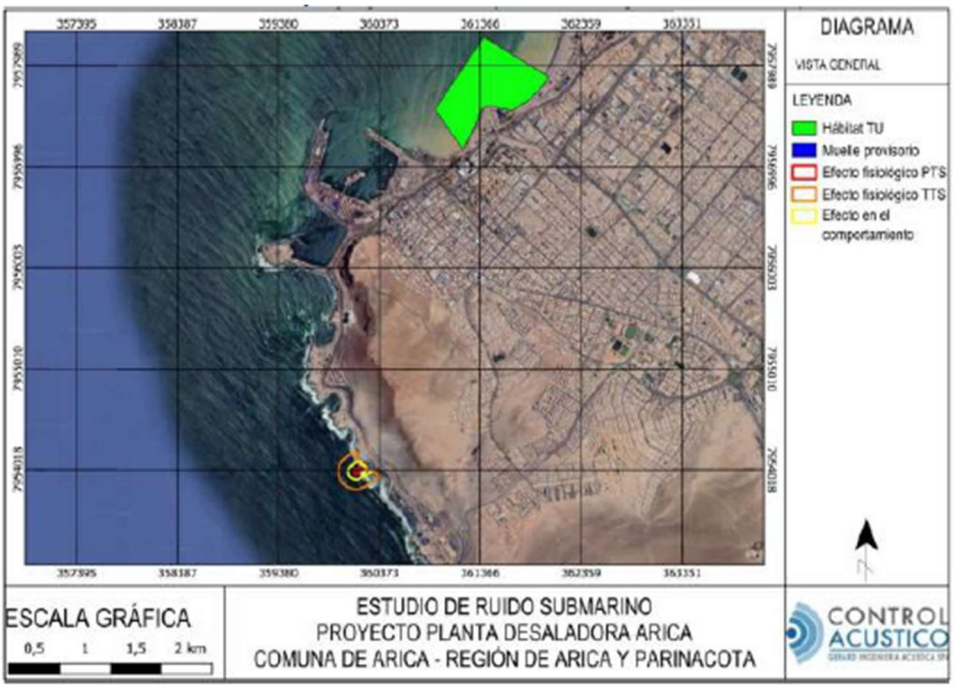
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



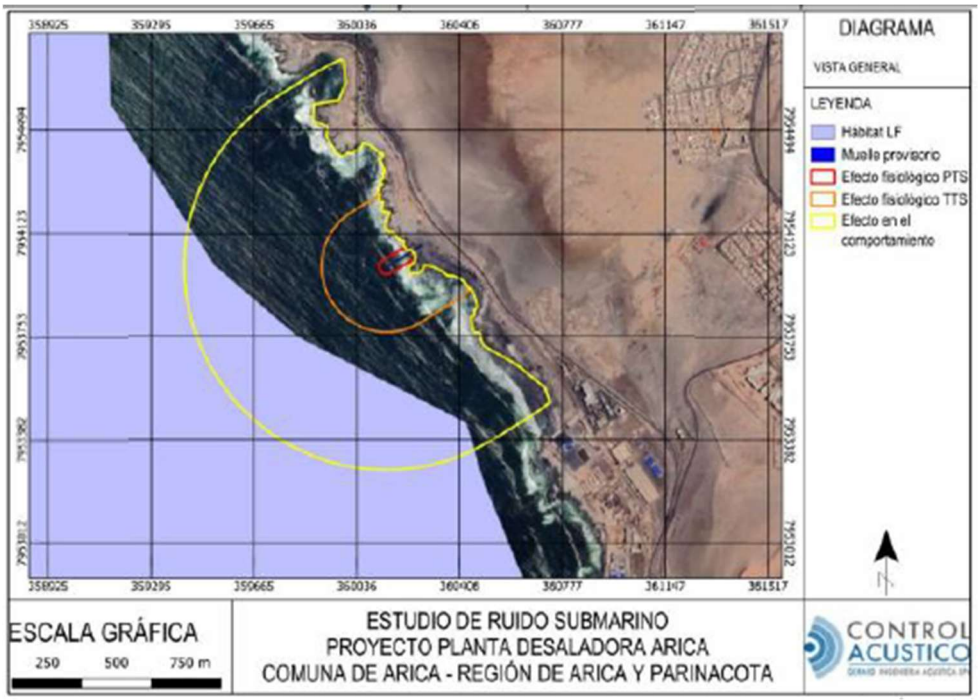
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

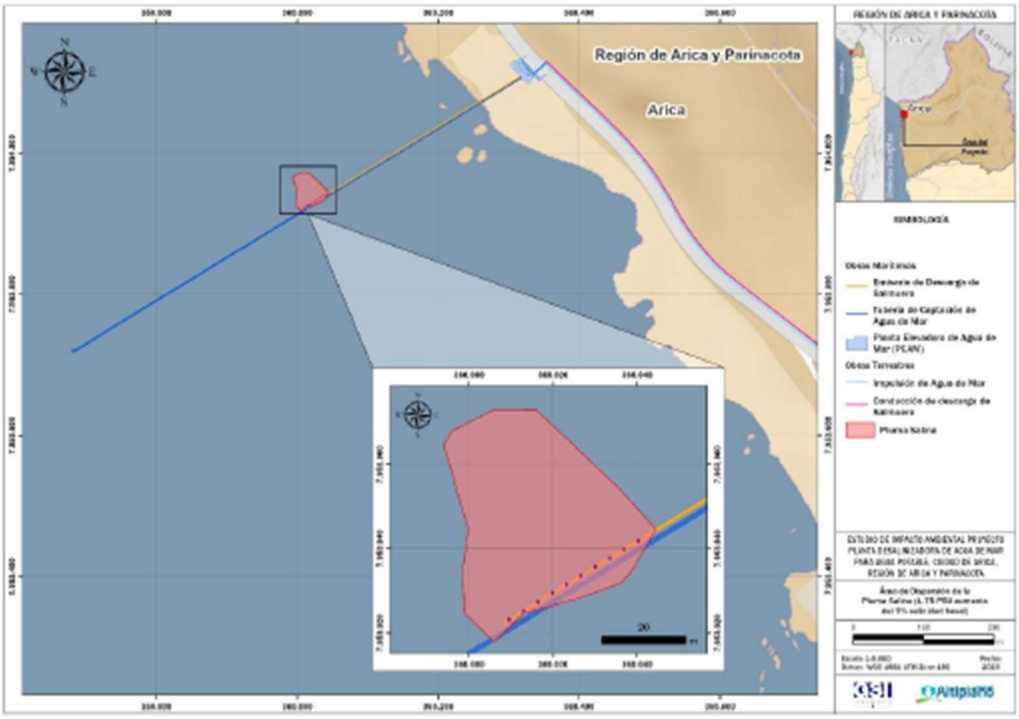
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

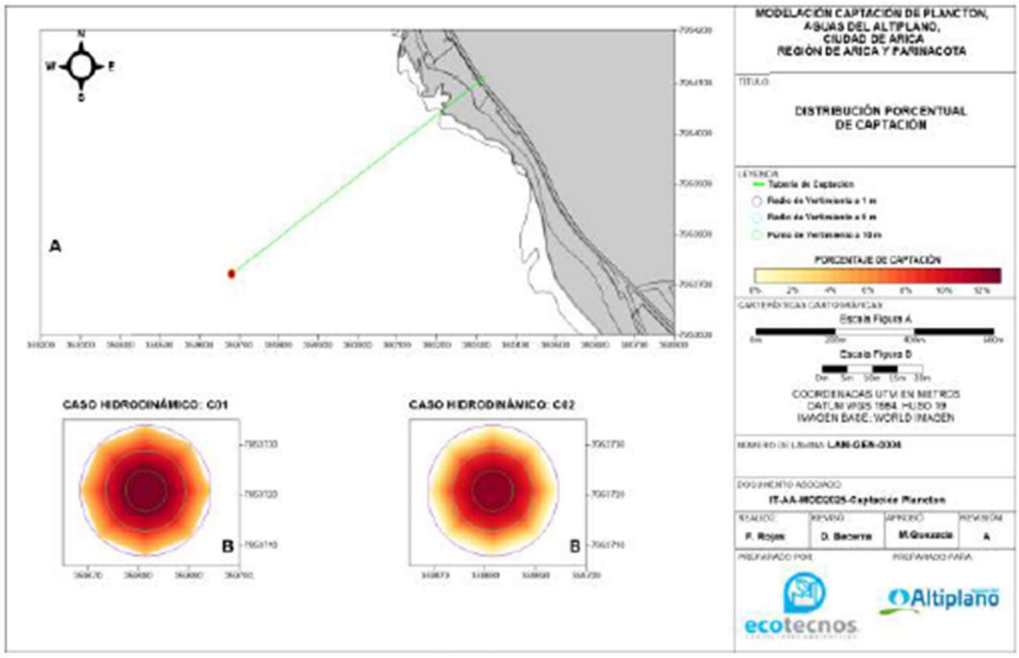
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Figura:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 181:

Edificación: en primer lugar, quiere ser construida en un suelo salino donde si hay una fuga de agua pueden generar socavones en la industria como también en departamentos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con la geotecnia y la ingeniería del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La inquietud es fundada en cuanto al mecanismo de riesgo: una fuga de agua puede erosionar o socavar localmente depósitos salinos poco consolidados. El Anexo Obs. 9.4, línea de base de Geología y Geomorfología de la Adenda Complementaria, pp. 72-73 y 80-81, identifica materiales eólicos y coluviales de baja consolidación y con sales en parte del trazado de las conducciones, y advierte que la rotura de una matriz puede desencadenar escorrentía y socavación local. A la vez, concluye que la planta de ósmosis inversa y la planta elevadora para agua a potabilizar se emplazan en depósitos aluviales antiguos más compactados.

Como indica el Titular en la respuesta a la observación 181 del ICSARA Ciudadano parte 9, Adenda Complementaria, invoca el artículo 102 del D.S. N° 40 y el Plan de Prevención de Contingencias y Emergencias del Capítulo 7 del EIA. Ese marco identifica la obligación de prever contingencias. Los socavones históricos descritos por vecinos anteceden a la ejecución del Proyecto y no pueden atribuírsele; tampoco constituyen prueba de que no pueda producirse otro evento si se pierde agua en el subsuelo. La propia respuesta complementaria del Titular reconoce que infiltraciones, erosión interna y arrastre de finos son mecanismos distintos de la vibración de obra.

Obras expuestas y prevención de fugas

El EIA, Capítulo 1, numeral 1.4.2.2, pp. 1.57-1.59, considera dos tuberías paralelas de impulsión de agua de mar de HDPE de 500 mm en una zanja de aproximadamente 1.451 m. Incluye un dispositivo antiariete para limitar sobrepresiones por cortes de energía y dos flujómetros magnéticos para controlar el caudal. Las pp. 1.106-1.108 describen alineamiento y sellado de uniones, protección de las tuberías, compactación del relleno y pruebas de resistencia y estanqueidad en las instalaciones correspondientes.

Estas medidas disminuyen la probabilidad de pérdida de agua, pero no sustituyen la inspección durante la operación.

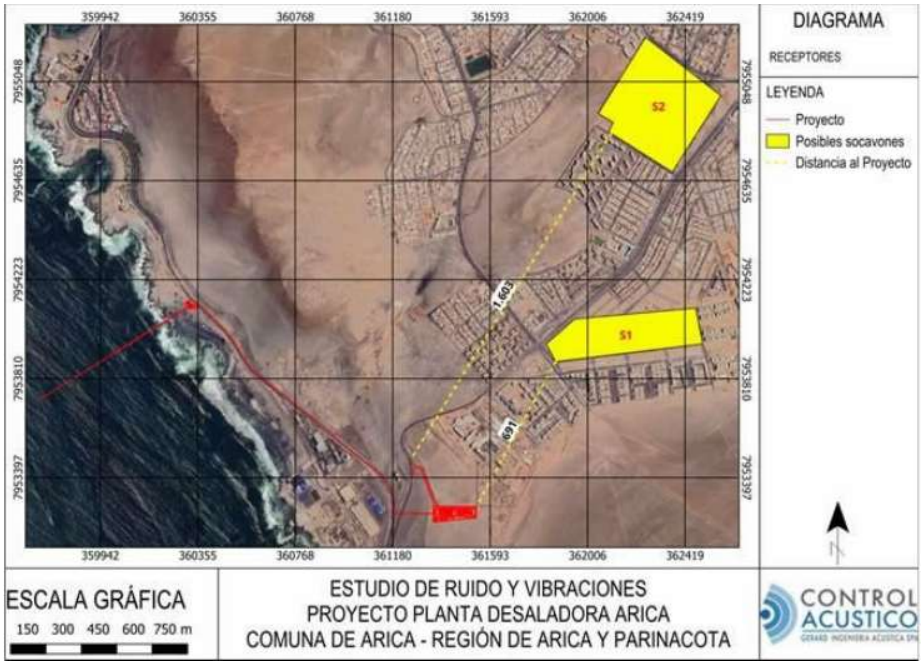
El Plan de Contingencias y Emergencias actualizado, Anexo Obs. 8 de la Adenda Excepcional, ficha “Rotura y fugas de agua desde ductos, así como fallas en sistemas de válvulas”, pp. 8.35-8.36, contempla revisar puntos críticos, mantener bombas y válvulas, controlar presiones e inspeccionar las conducciones visual o mecánicamente. Ante una fuga ordena evaluar su magnitud, cerrar válvulas de emergencia, detener bombas cuando corresponda, resguardar el sector y reparar los elementos afectados. La evaluación posterior debe registrar daños, medidas ejecutadas y resultados. En el suelo descrito en el Anexo Obs. 9.4, esa revisión debe incluir la búsqueda de erosión, vacíos y pérdida de apoyo antes de volver a presurizar el tramo.

Alcance de la evaluación de vibraciones

El Titular complementó su respuesta con un estudio de vibraciones para dos zonas residenciales de referencia. En la observación 181, Figura 23 y Tablas 60 a 62, S1 representa el sector Altos del Mar, a 691 m de la planta de ósmosis inversa, y S2 Lomas de Miramar, a 1.603 m del camino de acceso. La velocidad pico de partícula estimada para el rodillo vibratorio es inferior a 0,01 pulgadas por segundo en ambos puntos, frente al criterio de referencia de 0,12 pulgadas por segundo para edificaciones sensibles. Para tronaduras, las estimaciones son 0,10 y 0,07 mm/s, frente a un criterio de 3 mm/s. Las ubicaciones de posibles socavones proceden de polígonos aproximados construidos con reportes públicos, no de un catastro georreferenciado de cada cavidad.

Los resultados apoyan que la vibración prevista en esos dos receptores se sitúa por debajo de los criterios de daño considerados. La siguiente figura muesta los sectores residenciales de referencia evaluados:

Figura. Sectores residenciales de referencia y obras evaluadas



Fuente: Figura 23, observación 181, Adenda Complementaria, ICSARA Ciudadano parte 9.

Observación N° 182:

Prohibición de acampar en el verano: su construcción se demorará alrededor de 30 meses, donde afectaran a la biofauna con perturbación para la disuasión, como también a deportistas ¿, personas, campistas, quienes utilizan un espacio público el cual estará ocupado por la desalinizadora un tiempo muy largo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea cuatro aspectos relacionados con la fase de construcción del proyecto: primero, la duración de dicha fase y su efecto sobre la disponibilidad de Playa Arenillas Negras como espacio público; segundo, la afectación a la fauna silvestre por las medidas de perturbación y disuasión contempladas; tercero, la afectación a quienes practican deporte en el sector, particularmente el surf y el bodyboard; y cuarto, la afectación a los campistas y a las demás personas que utilizan la playa. A continuación se aborda cada uno de estos aspectos.

En relación con la duración de las obras y su efecto sobre la disponibilidad del espacio público, la fase de construcción se extiende por 26 meses (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), y el expediente distingue entre la duración total de esa fase y la duración de las actividades que efectivamente interactúan con los usos del borde costero, precisando que la primera es distinta de la segunda (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.21). Durante la construcción, la única intervención que se mantiene presente en la playa de manera continua corresponde a la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y el acopio de materiales de la construcción, cuya superficie disminuye progresivamente conforme finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24), pasando de 1,10 hectáreas durante el primer verano a 0,48 hectáreas durante el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.5, p.34). Las demás actividades constructivas que interactúan con la playa, como las excavaciones, las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, y las obras marítimas, tienen una duración acotada y se concentran en etapas específicas de la secuencia constructiva (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En consecuencia, la extensión total del cronograma corresponde a una presencia que varía en intensidad y superficie según la etapa de las obras, con una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86).

En cuanto a la fauna silvestre, la línea de base, es decir, la descripción del medio en su condición previa al proyecto, desarrollada mediante cuatro campañas de terreno registró la presencia de fauna terrestre de baja movilidad, en particular reptiles del género Microlophus, de mamíferos como el lobo marino común (Otaria flavescens), y de 18 especies de aves, entre las que se cuentan la gaviota garuma, en categoría de

conservación vulnerable, y el pelícano de Humboldt, casi amenazado (Adenda 1, p.311). La evaluación de estos efectos aplicó umbrales de referencia diferenciados según el grupo taxonómico y el tipo de efecto, tanto conductual, como la dificultad de localización en reptiles o la disminución del éxito reproductivo en aves, como fisiológico, como el daño auditivo por ruido de tronaduras (Adenda 1, pp.311-312), y las medidas que se describen a continuación corresponden a compromisos ambientales voluntarios asociados a impactos calificados como no significativos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7 Compromisos Ambientales Voluntarios, p.7.2). Para la fauna terrestre de baja movilidad se contempla una perturbación controlada consistente en inducir su desplazamiento gradual hacia zonas adyacentes seguras, junto con el traslado de los refugios que utilizan, lo que facilita su adaptación en el nuevo sector; esta medida se implementa como máximo cinco días antes del inicio de las obras y su ejecución se verifica mediante inspecciones previas y posteriores realizadas por un biólogo o especialista afín (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7 Compromisos Ambientales Voluntarios, Cuadro N°7.1, pp.7.2-7.6). Para la avifauna, que corresponde al grupo taxonómico de mayor abundancia registrado en el área de influencia, es decir, el espacio donde pueden manifestarse los efectos del proyecto, se contempla un monitoreo que se extiende durante la fase de construcción y que, para las especies del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE), que agrupa a las golondrinas de mar, y los quirópteros, es decir, los murciélagos, continúa durante la fase de operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7 Compromisos Ambientales Voluntarios, Cuadro N°7.2, pp.7.6-7.8). Para la fauna marina, se contempla la disuasión de lobos marinos mediante el recorrido previo de una zona de restricción de 300 metros por parte de un biólogo marino embarcado, quien libera el área antes del ingreso de las maquinarias (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7 Compromisos Ambientales Voluntarios, Cuadro N°7.3, pp.7.8-7.9), así como la ejecución de tiros falsos previos a cada tronadura submarina para propiciar el alejamiento de la fauna móvil presente en la zona de intervención (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7 Compromisos Ambientales Voluntarios, Cuadro N°7.4, p.7.9). Estas medidas se complementan con un monitoreo específico de fauna marina y con la instalación de una cortina de burbujas durante las tronaduras submarinas, que atenúa la propagación del ruido submarino hacia el entorno marino (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7 Compromisos Ambientales Voluntarios, Cuadro N°7.5, pp.7.10-7.11; Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12).

Respecto de la práctica de surf y bodyboard, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores donde se practican estos deportes respecto del buffer marino de seguridad, es decir, la franja de 50 metros de ancho a cada lado de las tuberías submarinas, con una superficie de 75.500 metros cuadrados, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción, período que coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros del buffer, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). El expediente consigna que el área de enseñanza y la ola izquierda quedan fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, por lo que la práctica y enseñanza de surf y bodyboard puede continuar desarrollándose en dichos sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105). Evaluada esta actividad conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se concluye que los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en

la ola derecha, y que la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Dado ese margen más ajustado, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la práctica deportiva puede seguir desarrollándose desde ese momento (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla además, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), y esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor.

En cuanto a los campistas y a las demás personas que utilizan Arenillas Negras para esparcimiento individual o familiar, el camping corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Evaluado este uso conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, sobre la base de un análisis propio de esta Dirección Regional, con independencia de la calificación del Titular, se estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras a un período comprendido entre abril y septiembre del primer año de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54) mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, que ocupa 1,10 hectáreas durante el primer verano y 0,48 hectáreas durante el segundo, lo que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Esto significa que el campamento y los demás usos recreativos de la playa pueden seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos de construcción. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Concluida la construcción, en la etapa de operación el camping y los usos individuales y familiares de esparcimiento pueden seguir desarrollándose, con acceso a la totalidad de la superficie de playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Con base en los antecedentes expuestos, la fase de construcción, de 26 meses, corresponde a una presencia que varía en intensidad y superficie según la etapa de las obras, distinta de una ocupación plena y continua del espacio público de Arenillas Negras, ya que la única intervención que se mantiene de manera continua en la playa es la instalación de faenas, cuya superficie disminuye progresivamente, mientras que las obras con mayor interacción se concentran en períodos acotados. La fauna silvestre

cuenta con una línea de base específica y con medidas de resguardo diferenciadas para cada grupo taxonómico, asociadas a impactos calificados como no significativos. La práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización en su sector más próximo al buffer marino. En el camping y los demás usos recreativos de la playa, la instalación de faenas se superpone con el 20% del territorio usado por los campistas en el primer verano y con el 10% en el segundo, con el compromiso de apoyo al camping reforzado por esta Dirección Regional. Una vez concluida esta etapa, todos los usos analizados pueden seguir desarrollándose.

Observación N° 183:

Sustento familiar: Arenillas negras es una playa muy rica en biofauna por sus orillas rocosas, es por ello que hay recolectores de orilla y buceadores que eligen este lugar para recolectar diversas especies marinas, para luego venderlas y con ello mantener a sus familias.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que Arenillas Negras es una playa rica en fauna marina por sus orillas rocosas, razón por la cual recolectores de orilla y buzos la eligen para extraer diversas especies que luego venden para mantener a sus familias. Para responder, se presenta cómo el expediente reconoce esa riqueza y esa actividad y, luego, qué ocurre con las especies de las orillas rocosas y con el trabajo y el sustento familiar durante la fase de construcción y durante la fase de operación.

El expediente reconoce la riqueza de las orillas rocosas del sector. En el intermareal rocoso, es decir, la franja de costa que la marea cubre y descubre, la campaña de verano de 2025 registró 60 especies o grupos de organismos, entre ellos 21 especies de moluscos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.49). La evaluación reconoce también que la recolección de orilla se realiza a pie por el borde costero, asociada principalmente a roqueríos, donde, de acuerdo con el levantamiento de información realizado con las organizaciones de pesca, se extraen el piure, el choro, los choritos, la cholga, el culengue y diversas almejas; la lapa y el locate; el erizo; la jaiba; y peces de roca como la cabrilla, el rollizo, la vieja y el pejeperro (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.68). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar en caletas, mercados y ferias (Adenda 1, p.157).

Durante la fase de construcción, la intervención sobre las orillas rocosas es acotada. Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso

intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10).

En la misma fase, las obras marítimas generan una restricción temporal y parcial de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Esta restricción es acotada: la orilla puede seguir alcanzándose desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas, es decir, del recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76); el buffer de seguridad, es decir, la franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas mientras se instalan (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); y durante cada tronadura submarina la evacuación rige solo en el mar y solo por los 20 minutos que dura el evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con los roqueríos disponibles para la recolección, y con ella la venta de los recursos y el sustento de las familias. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado a equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar

adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Respecto de las especies que se extraen en el sector, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). El plan incluye el monitoreo de la salinidad en 22 estaciones, de las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y el monitoreo semestral de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Así, la recolección de orilla y el buceo, y con ellos la venta de los recursos y el sustento de las familias, pueden seguir desarrollándose en Arenillas Negras.

Atendido el conjunto de lo expuesto, el expediente reconoce la riqueza de las orillas rocosas de Arenillas Negras y que la extracción y venta de sus recursos es la principal fuente de ingresos de recolectores y buzos, trabajo que puede seguir desarrollándose en ambas fases del Proyecto. Durante la construcción, las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, mantienen intacto el 95,5% restante y la recolonización se espera en el sector intervenido. La recolección y el buceo continúan, con los roqueríos abiertos y acceso a la orilla por ambos costados de la instalación de faenas, con una restricción temporal y parcial de acceso al mar, correspondiente al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, el acceso es libre y el banco natural de choro zapato será monitoreado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación. Así, la recolección, la venta de los recursos y el sustento familiar pueden seguir desarrollándose

Observación N° 184:

Campistas: tradición familiar que se realiza hace muchos años y ha pasado de generación en generación, personas que pernoctan por meses o semanas que tienen conocimiento de los cambios que hay en la playa, como por ejemplo cambios de arena, cambios de corriente, sabemos dónde se encuentran los moluscos y entre otras especies, también tenemos conocimiento que la playa es una bahía, todo llega a la orilla desde troncos, plásticos, basura que trae el rio en sus bajadas. Es por

ello que sabemos que la sal que ellos devolverán al mar llegara a la biofauna de la orilla y alterara su ecosistema

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el camping en Arenillas Negras es una tradición familiar transmitida de generación en generación, y que quienes pernoctan en la playa durante semanas o meses conocen sus cambios de arena y de corrientes, los lugares donde se encuentran los moluscos y otras especies, y que la playa es una bahía a cuya orilla llega todo lo que trae el río, como troncos, plásticos y basura. A partir de ese conocimiento, señala que la sal que se devolverá al mar llegará a la fauna de la orilla y alterará su ecosistema. Para responder, se presenta primero cómo el expediente reconoce esta tradición y este conocimiento y cómo continúa el camping, y luego qué ocurre con la salmuera en el sector de bahía, con la fauna de la orilla y con el seguimiento de estas condiciones.

El expediente reconoce la tradición que describe la observación. El camping corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), y la caracterización del medio humano registró que la conexión con la playa viene desde "el tiempo de los abuelos" y que quienes la usan la conocen y la ocupan desde niños en el período estival (Adenda Complementaria, p.162). Esa caracterización registró también que la recolección de orilla, anclada en la memoria comunitaria, implica un conocimiento preciso de mareas, sustratos y ritmos del litoral (Adenda Complementaria, p.174).

Respecto de la continuidad de esta tradición, el análisis propio de esta Dirección Regional, realizado conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, con independencia de la calificación del Titular, estableció que la reprogramación de las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54) mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción, con una superposición de la instalación de faenas del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86). Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, es decir, del recinto de las obras, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Durante

la operación, el camping puede seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

En cuanto a la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso de la planta, esta se devuelve al mar mediante un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La modelación de la descarga considera las corrientes de este sector: en el sitio de descarga registra corrientes menores que en los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, de entre 0,01 y 0,3 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.58). Por ser más pesada que el agua de mar, la salmuera forma una pluma, es decir, una masa de agua más salada, que se eleva como máximo 1,95 metros respecto del fondo antes de volver a tocarlo, mientras se mezcla con el agua que la rodea (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.107), y su dilución ocurre rápidamente en las proximidades de los difusores, es decir, de las boquillas de salida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.111). La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). En el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). En el largo plazo, la modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112), y bajo las condiciones climáticas proyectadas para 2027-2044, los aumentos superiores al 5% se restringen a las inmediaciones de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166). Los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Respecto de la fauna de la orilla, la caracterización del intermareal de playas rocosas, es decir, de la franja de costa que la marea cubre y descubre, registró en la campaña de verano de 2025 un total de 60 especies o grupos de organismos, entre ellos 21 especies de moluscos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.49). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). En cuanto a lo que se descarga al mar, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el

postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Estas condiciones se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan incluye el monitoreo de la pluma salina, de las comunidades bentónicas intermareales de fondos duros, es decir, de los organismos que viven en las rocas de la franja de costa que la marea cubre y descubre, y de las comunidades asociadas a bancos naturales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.2), con 22 estaciones de monitoreo de salinidad (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), banco que será monitoreado por este plan (Adenda Complementaria, p.805). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Recogido el conocimiento que aportan los campistas, el expediente reconoce su tradición de más de siete décadas y el conocimiento de mareas, sustratos y ritmos del litoral que tiene la comunidad. Esa tradición puede continuar durante la construcción, con una superposición de la instalación de faenas del 20% y del 10% del territorio usado por los campistas, el compromiso de apoyo en condiciones de habitabilidad y las condiciones que exige esta Dirección Regional, y con acceso a toda la playa en la operación. Sobre la sal que se devuelve al mar, la modelación considera las corrientes menores del sector: la salmuera se descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral, se diluye rápidamente cerca de los difusores, su aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% y estable en el tiempo, los aumentos superiores al 5% se restringen a las inmediaciones de la descarga y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa. En la orilla, el intermareal rocoso registra 60 especies o grupos de organismos, entre ellos 21 especies de moluscos, y el exceso máximo de salinidad es inferior al umbral de efectos adversos de los bioensayos, mientras los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga. El Plan de Vigilancia Ambiental, exigible durante toda la operación, monitorea la pluma salina y las comunidades de las rocas de la orilla, y sus resultados se informan a la SMA.

Observación N° 185:

Plan regulador de Arica: artículo 64 de LGUC, en la zona de terreno de playa rocosa no se permitirá ningún tipo de instalación y/o edificación.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos jurídicos asociados a la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a la presente observación ciudadana, se indica que el Plan Regulador Comunal (PRC) de Arica se encuentra vigente desde el año 2009, conforme a la Resolución N° 4/2009, estableciendo las normas referentes al límite urbano, zonificación, usos de suelo, condiciones de subdivisión predial, edificación y vialidad de la comuna de Arica. De acuerdo con este instrumento, el Proyecto se encuentra dentro del límite urbano, por lo que corresponde analizar las zonificaciones y disposiciones territoriales aplicables a las obras proyectadas.

Efectivamente, parte del borde costero corresponde a la Zona de Terreno de Playa Rocosa (ZPR). Conforme al PRC, la Zona de Playas corresponde a aquella definida a partir de la línea de más alta marea, excluyendo la playa de mar, y se encuentra conformada por la Zona de Terreno de Playa de Arena (ZPP) y la Zona de Terreno de Playa Rocosa (ZPR), siendo esta última aquella en la que se emplaza parte de las obras marinas asociadas al Proyecto.

Respecto del uso de estos sectores, resulta aplicable lo establecido en el artículo 64 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), el cual señala textualmente:

Artículo 64°. - *"En las áreas urbanas, los bienes nacionales de uso público que correspondan a terrenos de playa o riberas de mar, de humedales de ríos y de lagos navegables, se usarán en concordancia con lo dispuesto en el Plan Regulador y su Ordenanza Local. Las concesiones que la Dirección del Litoral otorgare sobre ellos requerirán el informe previo favorable de la Dirección de Obras Municipales respectiva."*

En este sentido, el artículo 64 de la LGUC no establece una prohibición absoluta para la ejecución de obras o instalaciones en terrenos de playa ubicados dentro de áreas urbanas. Lo que establece es que el uso de estos bienes nacionales de uso público debe ser concordante con el respectivo instrumento de planificación territorial y su Ordenanza Local y que las concesiones correspondientes requieren el informe previo favorable de la Dirección de Obras Municipales respectiva.

Por lo tanto, la compatibilidad territorial de las obras debe ser verificada conforme al PRC de Arica y mediante el pronunciamiento de la autoridad municipal competente, sin que el solo ingreso del Proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental permita dar por cumplidas dichas exigencias.

En el caso particular del Proyecto, a partir de los antecedentes y del pronunciamiento emitido por la Dirección de Obras Municipales, las obras asociadas al Proyecto que se emplazarán en esta área fueron consideradas territorialmente compatibles con los usos de suelo establecidos por el Plan Regulador Comunal.

Figura. Pronunciamiento Dirección de Obras Municipales de la Ilustre Municipalidad de Arica



DIRECCION DE OBRAS MUNICIPALES

ORD. Nº 2583-V /2019

ANT. : Ord. ADA Nº 1108, de Aguas del Altiplano de fecha 22/07/2019
Reg. DOM Nº 1123 E de fecha 24/07/2019 y Reg. U.b. Nº 300 de fecha 27/07/2019

MAT. : Emite pronunciamiento sobre Concesión Marítima para proyecto de Planta Desalinizadora de Agua de Mar, Sector Arenillas Negras.

ARICA, 31 JUL 2019

DE : ROSA DIMITSTEIN ARDITI
DIRECTORA DE OBRAS MUNICIPALES

A : MARCELO BASAURE URIARTE
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO
AGUAS DEL ALTIPLANO
ESMERALDA Nº 340, EDIFICIO ESMERALDA, OF. Nº 120-A
IQUIQUE.-

En atención a su Ord. ADA Nº 1108 mediante el cual solicita nuevo pronunciamiento sobre la concesión marítima para el ejecución del Proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar, Sector Arenillas Negras de Arica, a Ud informo:

El derecho a agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos. Con dicho reconocimiento, la Asamblea General de las Naciones Unidas reflejando la existencia de un derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando así que la disponibilidad, calidad y accesibilidad al agua potable limpia y al saneamiento constituyen necesidades humanas inseguras y en la satisfacción de sus más básicas necesidades.

La desalación o desalinización de agua de mar consiste en el tratamiento de aguas de mar a través de un proceso industrial, que permite extraer la sal y los demás elementos contaminantes de ella, transformándola en agua apta para el consumo humano.

Por ahora, es posible señalar someramente que tanto el agua de mar –territorial– como las playas y parte fracción del borde costero, que es la zona donde habitualmente se lleva a cabo la extracción del agua de mar, son bienes nacionales de uso público, conforme con lo dispuesto en el artículo 589 del Código Civil. Por ello, para su utilización se requiere contar con alguno de los títulos anotados que la Ley de Concesiones Marítimas regula (el plazo, concesiones, autorizaciones y permisos de ocupación, siendo la concesión marítima la más apropiada para la instalación de infraestructura para la operación de plantas desaladoras).

Dirección de Obras Municipales
Dirección: 18 de septiembre N°111
Teléfono: 2 206013

Página 1 de 2

Fuente: Pronunciamiento DOM, observación 185, Adenda Complementaria, ICSARA Ciudadano parte 9.

Sin perjuicio de lo anterior, la compatibilidad territorial constituye solo una de las autorizaciones y condiciones que deben cumplirse para la ejecución de las obras. La evaluación ambiental no sustituye ni anticipa los pronunciamientos que corresponden a los distintos órganos sectoriales. Una eventual Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable califica ambientalmente el Proyecto en los términos evaluados, pero no reemplaza los títulos, concesiones, permisos o autorizaciones requeridos para ocupar bienes nacionales de uso público o ejecutar obras en el borde costero.

En particular, la RCA, los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), la concesión marítima y las autorizaciones urbanísticas cumplen funciones distintas y concurrentes. La RCA establece las condiciones ambientales bajo las cuales puede ejecutarse el Proyecto; el PAS 115 se relaciona con la construcción de determinadas obras destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de

desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza; el PAS 119 se vincula con las materias relativas al seguimiento de recursos hidrobiológicos que correspondan; la concesión marítima habilita el uso particular de los bienes sometidos al régimen marítimo; y el pronunciamiento municipal verifica la concordancia de las obras con las disposiciones territoriales y urbanísticas aplicables.

En este contexto, el régimen de concesiones marítimas permite autorizar el uso particular de playas, terrenos de playa, rocas, fondos de mar y porciones de agua, entre otros bienes sujetos a dicho régimen. Por tanto, la concesión marítima no implica la adquisición del dominio de la playa, del fondo marino o de la porción de agua por parte del Titular, sino que constituye una habilitación administrativa para un uso particular, delimitado y sujeto a las condiciones, fiscalización y demás exigencias establecidas por la autoridad competente.

Respecto de la intervención física del sector, las obras superficiales sobre la playa se concentran principalmente en la fase de construcción. La superficie temporal informada corresponde aproximadamente a 1.119 m², equivalente al 2,8 % del sector considerado, durante un período aproximado de 23 meses. Una vez finalizadas estas obras, las conducciones quedarán soterradas y la infraestructura de captación y descarga operará principalmente bajo el agua.

El carácter temporal de la intervención superficial y la posterior restitución del área intervenida permiten reducir la ocupación visible y permanente del borde costero. Sin embargo, estas características no eximen al Titular de obtener las concesiones, permisos, informes y demás títulos sectoriales exigibles, ni de adoptar durante las obras las medidas necesarias para compatibilizar la ejecución del Proyecto con los usos existentes del borde costero, considerando las restricciones temporales de seguridad que resulten necesarias.

Asimismo, la ejecución de las obras marítimas y la operación de los sistemas de captación y descarga deberán mantenerse dentro de las características y condiciones evaluadas ambientalmente. Cualquier modificación posterior de las obras, de los caudales de operación o de la configuración del sistema de descarga que altere sustantivamente la condición evaluada deberá ser analizada conforme a las disposiciones aplicables del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental antes de su implementación.

En consecuencia, las obras proyectadas en la Zona de Terreno de Playa Rocosa (ZPR) no se encuentran prohibidas por el solo hecho de emplazarse en un terreno de playa. Su ejecución requiere que sean concordantes con el Plan Regulador Comunal y su Ordenanza Local y que se obtengan los pronunciamientos, concesiones, permisos y autorizaciones sectoriales que correspondan. En el presente caso, de acuerdo con los antecedentes acompañados durante la evaluación, la Dirección de Obras Municipales se pronunció respecto de la compatibilidad territorial de las obras con los usos de suelo establecidos por el PRC de Arica. Lo anterior no sustituye las demás autorizaciones requeridas para la ocupación y utilización del borde costero ni implica la transferencia del dominio de los bienes nacionales de uso público involucrados.

66. Observante: Oscar Pedro Vergara Astorga

Observación N° 186:

Efectos que tiene la planta desalinizadora en la playa arenillas negras: Aumenta la temperatura del agua de mar y reduce la cantidad de oxígeno en el agua lo que causaría daños a la vida acuática.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, según lo revisado dentro del expediente de evaluación del proyecto sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el proyecto no reconoce impactos en la temperatura del mar que puedan afectar a ecosistemas marinos.

Es importante señalar que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción

nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

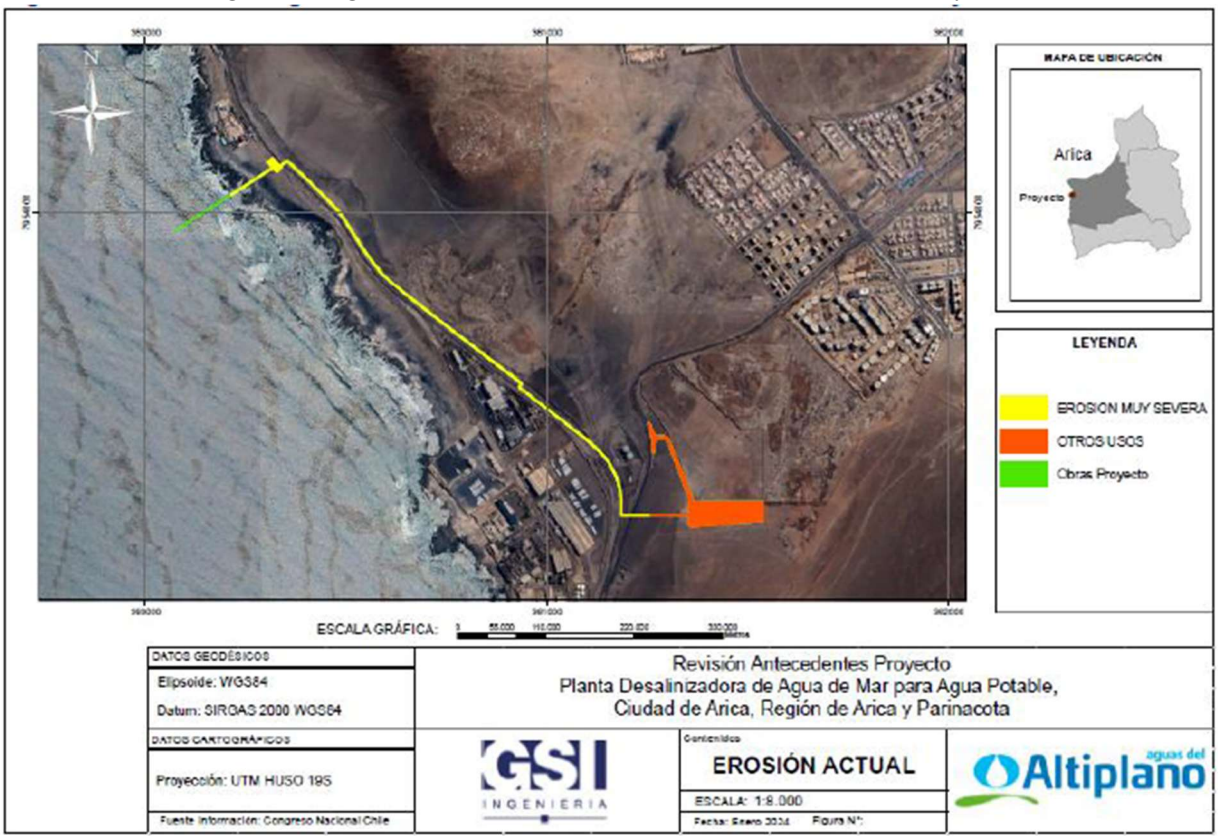
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

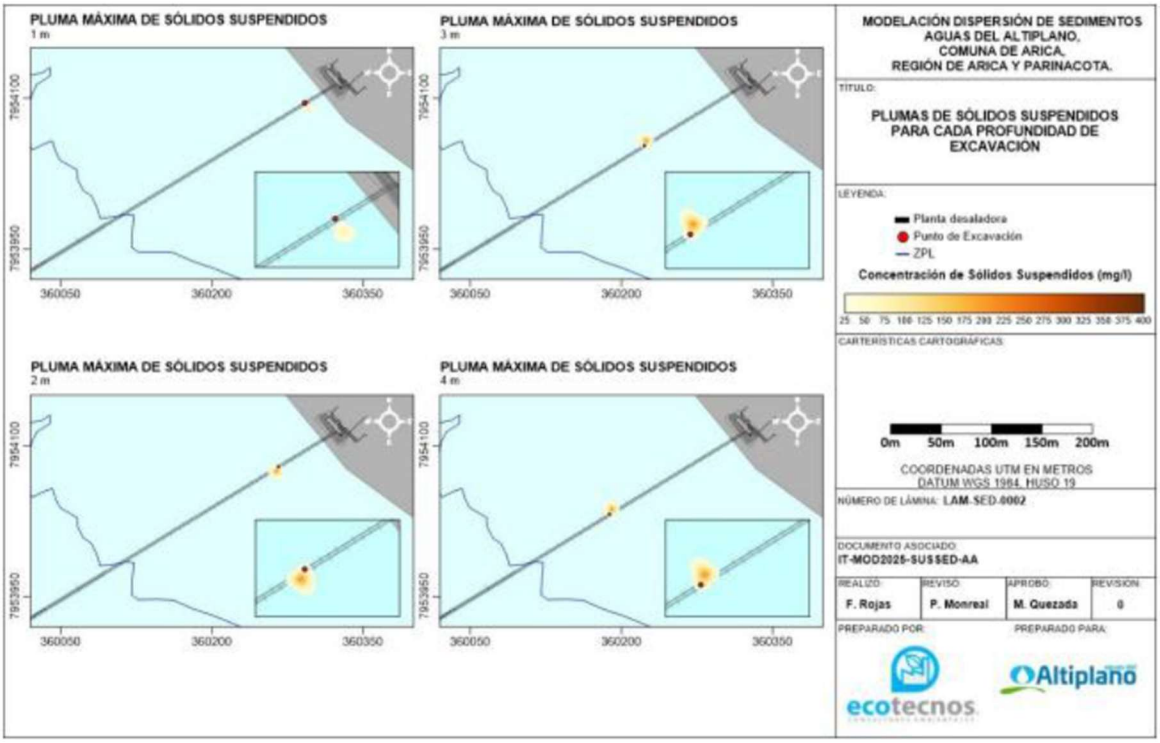
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

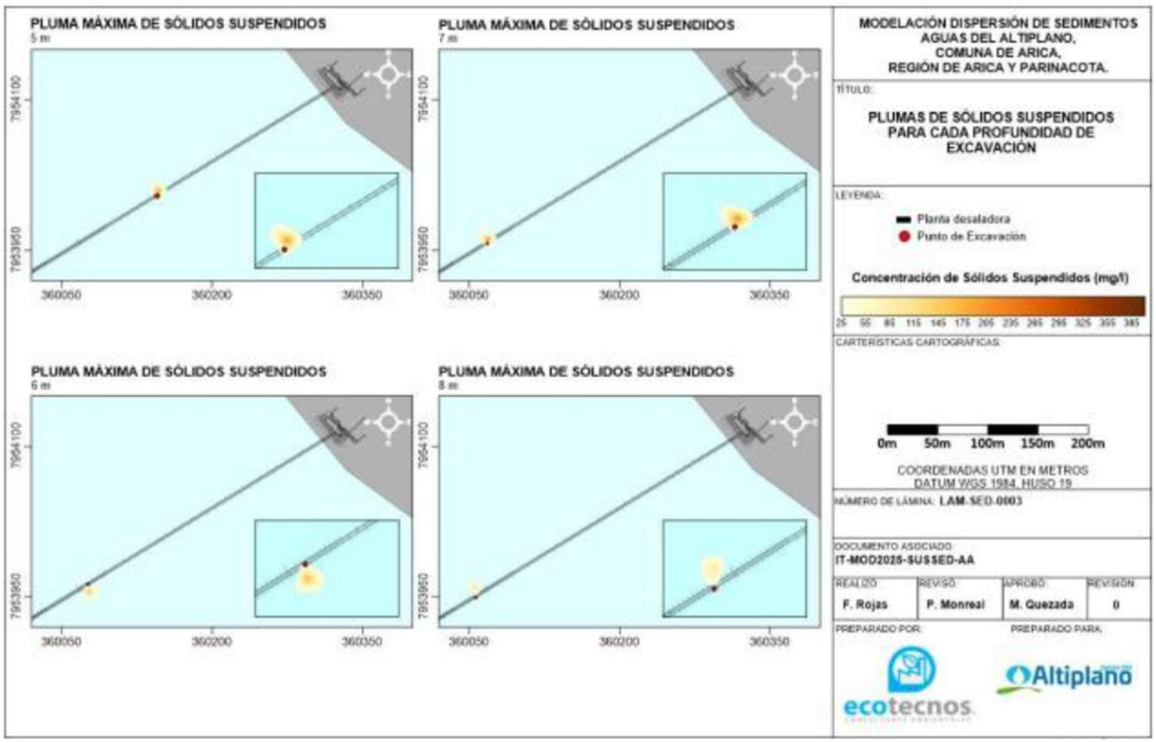
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico40

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

40 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual41

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

24. 29,5 [m] para actividades de perforación;

25. 34,3 [m] para actividades de dragado;

26. 533 [m] para actividades de embarcación;

27. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

28. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

41 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

29. 2 [m] para actividades de perforación;

30. 3 [m] para actividades de dragado;

31. 11 [m] para actividades de embarcación;

32. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

33. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

34. 613,17 [m] para actividades de perforación

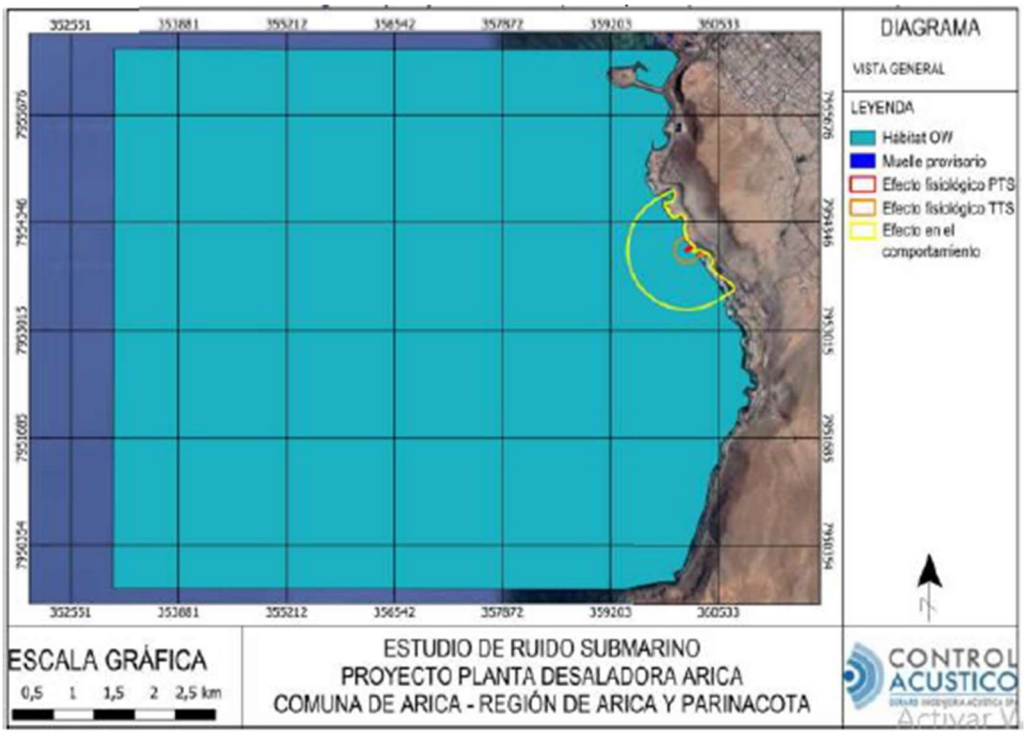
35. 730,36 [m] para actividades de dragado;

36. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

37. 3094 [m] para actividades de tronaduras

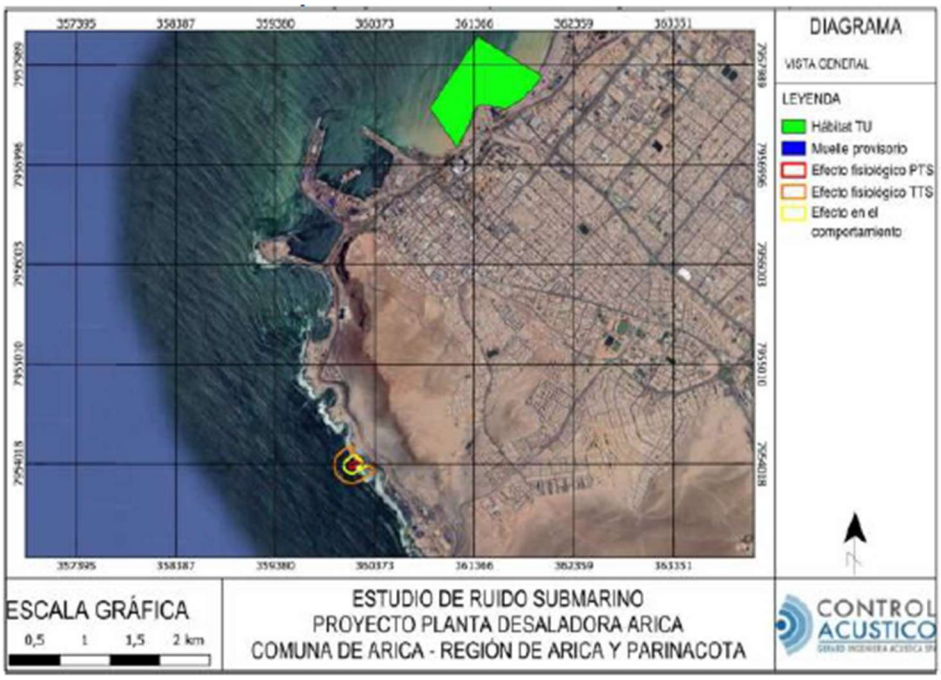
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Tabla: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



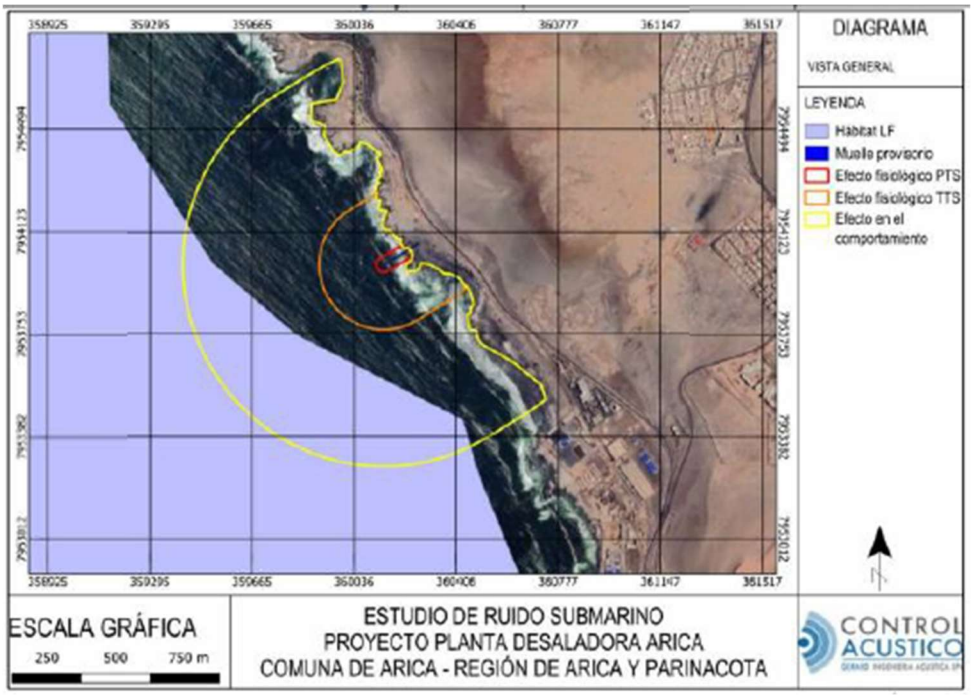
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Tabla: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Tabla: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

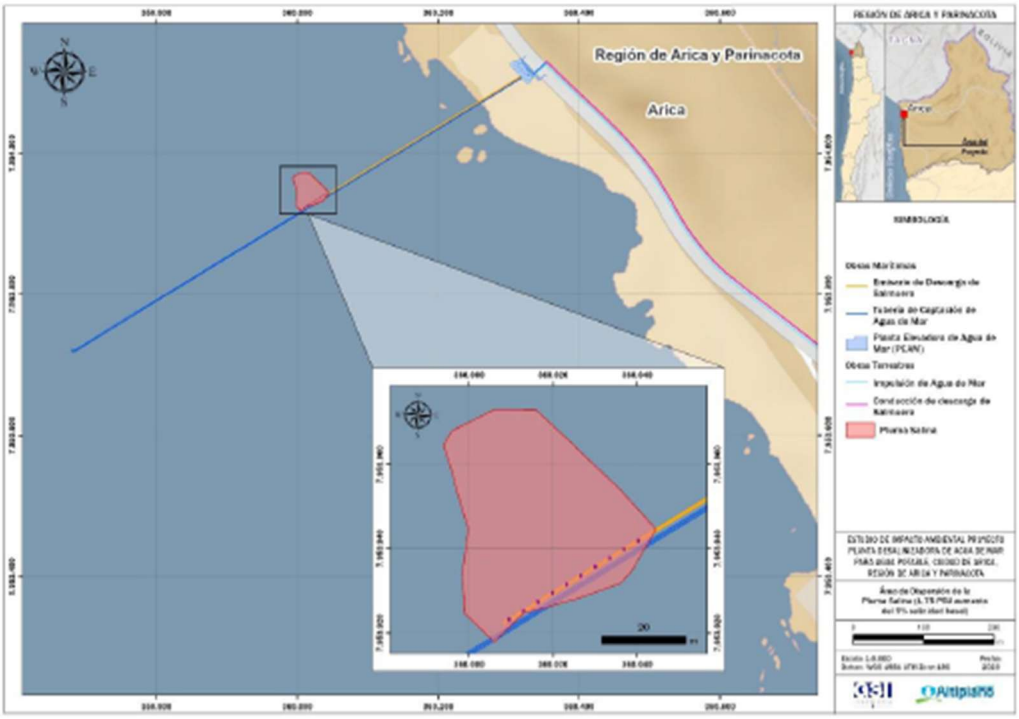
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

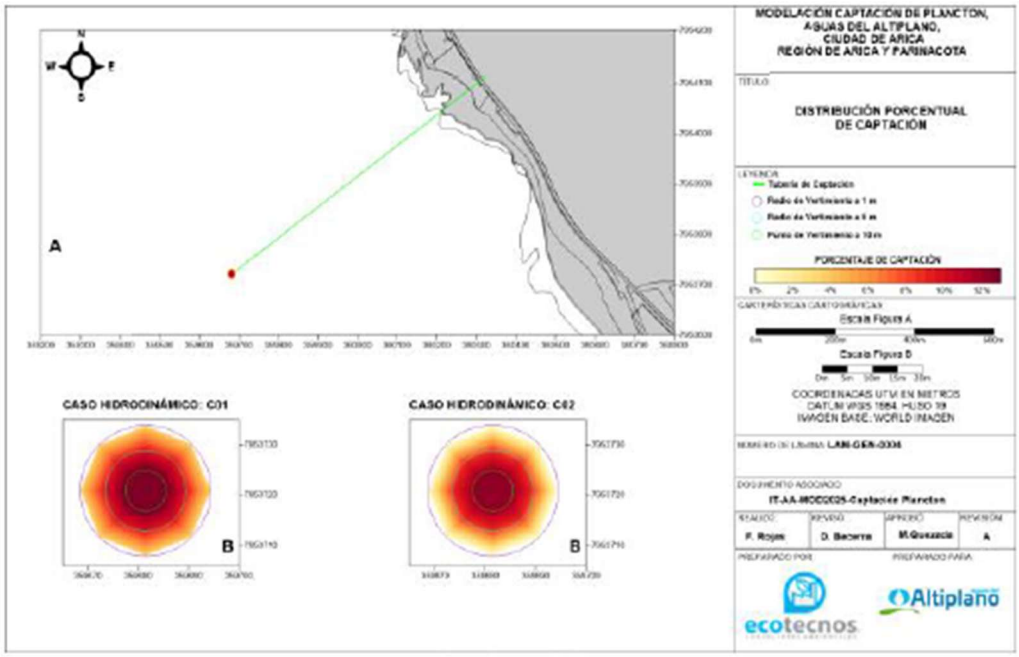
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de

individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 187:

Turismo en riesgo: turistas, niños del Altiplano, adultos mayores y las personas con sistemas inmunitarios débiles serán las más propensas a contraer enfermedades o infecciones por entrar en contacto con agua contaminada por una desalinizadora.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el turismo estaría en riesgo, porque turistas, niños del Altiplano, adultos mayores y personas con sistemas inmunitarios débiles serían los más propensos a contraer enfermedades o infecciones por entrar en contacto con agua contaminada por la planta desalinizadora. Para responder, se explica, en primer lugar, qué descarga la planta al mar y qué ocurre con los productos químicos que utiliza; en segundo lugar, qué ocurre con los microorganismos presentes en el agua captada; en tercer lugar, hacia dónde se dirige esa descarga una vez en el mar; y, en cuarto lugar, cómo se evaluó la salud de la población frente a esta descarga, incluidos los grupos que la observación menciona.

En primer lugar, la planta capta agua de mar, la trata mediante osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y devuelve al mar un remanente más salado, la salmuera. Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Las aguas de lavado de las membranas y de los filtros pasan por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78). El expediente declara, sobre esta descarga, que mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y que está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). La salmuera se devuelve al mar de forma continua: el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, tiene 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de difusores (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), donde ocho difusores, es decir, pequeñas salidas por donde se libera la salmuera, se distribuyen espaciados cada 4 metros (Adenda Complementaria, p.804). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79).

En segundo lugar, respecto de los microorganismos presentes en el agua de mar captada, el hipoclorito de sodio que utiliza la planta cumple la función de control bacteriológico, es decir, de bacterias (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145), y el expediente lo describe como bactericida para el proceso de producción de agua y la protección de membranas, filtros y tuberías (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.211). El que se dosifica en la tubería de captación se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58).

En tercer lugar, los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, ejecutados tanto en marea llenante como vaciante, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

En cuarto lugar, en cuanto a la salud de la población, el expediente analiza la alteración del recurso natural agua asociada a la salud de la población y, para la fase de operación, señala que la salinidad media de la zona se mantiene con un aumento máximo del 1% y que se dará cumplimiento a la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, por lo que los parámetros se encontrarán bajo esa norma, concluyendo que "se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en fase de operación" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25). La salmuera cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). Las condiciones de la descarga se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos

marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Ante un eventual derrame rige, además, el Plan de Emergencias y Contingencias, que contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de los residuos líquidos para el cumplimiento de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga, el mantenimiento preventivo del emisario submarino y la capacitación periódica o semestral del personal, con la detención de la Planta de Osmosis Inversa por orden del Jefe de Emergencia ante un derrame de mayor magnitud, hasta establecer su causa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52).

En función de lo expuesto, respecto del riesgo de enfermedades o infecciones que plantea la observación para turistas, niños, adultos mayores y personas con sistemas inmunitarios débiles, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, el agua de lavado se neutraliza antes de integrarse a la salmuera, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas y se libera a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL. El hipoclorito de sodio, que cumple una función de control bacteriológico, se neutraliza en el pretratamiento. La descarga se dispersa hacia sectores alejados de la costa, el expediente descarta riesgo a la salud de la población asociado al agua en la fase de operación, la salmuera cumplirá los límites de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, y su cumplimiento se verifica mediante un Plan de Vigilancia Ambiental exigido durante toda la operación y un Plan de Emergencias y Contingencias que contempla el muestreo semanal de los residuos líquidos.

Observación N° 188:

Consumo humano: Además deteriora la resiliencia del ecosistema y supone un peligro para la salud humana de consumirse quizás, de haber peces y mariscos contaminados de químicos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación plantea, dentro de una misma idea, tres aspectos que corresponde disecar y responder uno por uno, teniendo presente que están relacionados entre sí: primero, que la operación del Proyecto deterioraría la resiliencia del ecosistema; segundo, que ello supondría un peligro para la salud humana;

y tercero, que ese peligro se produciría específicamente por el eventual consumo de peces y mariscos contaminados con químicos. Para responder los tres, corresponde explicar primero qué se descarga y dónde, información que sirve de base común.

Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Durante la operación se generan, además, aguas de lavado, provenientes de la limpieza periódica de las membranas de osmosis inversa, que son los filtros por donde el agua de mar pasa a presión para separar las sales, y del retrolavado, es decir, el lavado a contracorriente, de los filtros de pretratamiento. Esa agua pasa primero por un estanque de neutralización, un recipiente donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro, construido en acero inoxidable y con un pretil de contención propio (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.77). Una vez neutralizada, esta agua se integra al flujo de salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso, que se devuelve al mar de forma continua: el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, tiene 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de difusores (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), donde ocho difusores, es decir, pequeñas salidas por donde se libera la salmuera, se distribuyen espaciados cada 4 metros (Adenda Complementaria, p.804). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). Los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Sobre el primer aspecto, la resiliencia del ecosistema, corresponde explicar que este concepto se refiere a la capacidad de un ecosistema para resistir alteraciones, mantener su estructura y funciones, y recuperarse después de un evento adverso, incluyendo los efectos combinados del cambio climático. Esta materia fue evaluada específicamente conforme a la letra i) del artículo 6° del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, considerando la condición actual del ecosistema marino y, además,

un escenario climático futuro proyectado para el período 2027-2044 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.160-2.163). Bajo ese escenario, el análisis concluye que los efectos sobre las comunidades planctónicas y bentónicas, es decir, los organismos que flotan en el agua y los que viven en el fondo marino, permanecen circunscritos al área de influencia, manteniéndose las poblaciones, la conectividad y las funciones ecológicas a escala del ecosistema marino del sector, y que, bajo las condiciones climáticas futuras, la descarga se mantiene dentro de la capacidad de resistencia y recuperación del ecosistema marino (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166).

Como antecedente adicional sobre la población de especies, el expediente presenta un modelo específico llamado Pérdida de Adulto Equivalente, que estima cuántos ejemplares adultos representaría, en términos poblacionales, la cantidad de huevos y larvas succionados por el sistema de captación. Este modelo se aplicó a cuatro especies del sector: la anchoveta, con una pérdida mediana estimada de 0,43 toneladas mensuales; la caballa, con 0,27 toneladas; la sardina común, con 0,0005 toneladas; y el loco, con 0,0003 toneladas. Como referencia, el desembarque regional de anchoveta alcanzó 93.225 toneladas en 2023, de las cuales 93.187 corresponden a desembarque artesanal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). Para la caballa, además, el modelo asumió que la totalidad de sus huevos sobrevive hasta la etapa larval, supuesto que, según el propio expediente, aumenta la pérdida estimada y corresponde a un escenario conservador (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.64). El expediente concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes presenta una magnitud marginal y que, por este concepto, la captación de agua de mar corresponde a un efecto no significativo sobre los recursos hidrobiológicos evaluados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.65).

Sobre el segundo y el tercer aspecto, el peligro para la salud humana por el eventual consumo de peces y mariscos contaminados con químicos, el expediente presenta antecedentes específicos sobre la composición química de la descarga: declara que la salmuera está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor circundante o que afecten el contenido de oxígeno del agua de mar, y que se mantendrá libre de acumulación en materiales biológicos o sedimentos y de reacciones bioquímicas que produzcan compuestos nocivos en el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5). Esta condición se refiere a la bioacumulación, que es la vía técnica por la cual un contaminante químico podría concentrarse en un pez o marisco hasta llegar a representar un riesgo para quien lo consume. Respecto de la salud de la población, el expediente analiza la alteración del recurso natural agua asociada a la salud de la población y, para la fase de operación, señala que la salinidad media de la zona se mantiene con un aumento máximo del 1% y que se dará cumplimiento a la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, por lo que los parámetros se encontrarán bajo esa norma, concluyendo que "se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en fase de operación" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25).

Complementariamente, sobre la única variable física que se modifica de forma medible en la descarga, la salinidad, el expediente presenta ensayos de laboratorio que expusieron a organismos marinos indicadores a distintos niveles de sal para determinar a partir de qué concentración comienzan a producirse efectos adversos. Los resultados muestran que esos efectos comienzan a manifestarse desde

una salinidad de 40,54 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua, valor que se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural del sector de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10); ese exceso se reduce a un 10% a 1,18 metros de la descarga y a un 5% a 2,13 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Se trata de una variable física distinta de los químicos que menciona la observación.

El Proyecto compromete además un monitoreo biológico directo de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos del sector, con campañas semestrales a lo largo de siete transectas, es decir, líneas de muestreo recorridas sobre el fondo marino, que miden la abundancia, la densidad y el índice de banco natural de estas especies, dentro del Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, p.5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). En particular, el único banco natural identificado, de choro zapato (Choromytilus chorus), mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Ante un eventual derrame rige, además, el Plan de Emergencias y Contingencias, que contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de los residuos líquidos para el cumplimiento de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga, el mantenimiento preventivo del emisario submarino y la capacitación periódica o semestral del personal, con la detención de la Planta de Osmosis Inversa por orden del Jefe de Emergencia ante un derrame de mayor magnitud, hasta establecer su causa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52).

Dado lo expuesto, respecto de la resiliencia del ecosistema, el análisis bajo el escenario climático 2027-2044 muestra efectos circunscritos al área de influencia y una descarga que se mantiene dentro de la capacidad de resistencia y recuperación del ecosistema marino, y la pérdida mediana estimada para la anchoveta por la captación es de 0,43 toneladas mensuales frente a un desembarque regional de 93.225 toneladas en 2023. Respecto de la salud humana y del consumo de peces y mariscos, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, la salmuera queda libre de sustancias tóxicas y de acumulación en materiales biológicos o sedimentos, el expediente descarta riesgo a la salud de la población asociado al agua en la fase de operación, y la salinidad proyectada se mantiene bajo el valor a partir del cual los ensayos registran efectos. Estas condiciones se verifican mediante el monitoreo semestral de los bancos naturales dentro del Plan de Vigilancia Ambiental, incluido el banco de choro zapato, exigible durante toda la operación conforme a lo establecido por la Gobernación Marítima de Arica, y mediante un Plan de Emergencias y Contingencias.

Observación N° 189:

Es una sal extremadamente concentrada que llega a ser toxica. Por lo tanto, tiene la capacidad para matar mucha vida. No por nada el océano tiene su equilibrio tanto en temperatura, acidez, salinidad. Si tu cambias uno, cambias todos, aporta Maximiliano Bello, experto en política pública oceánica.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

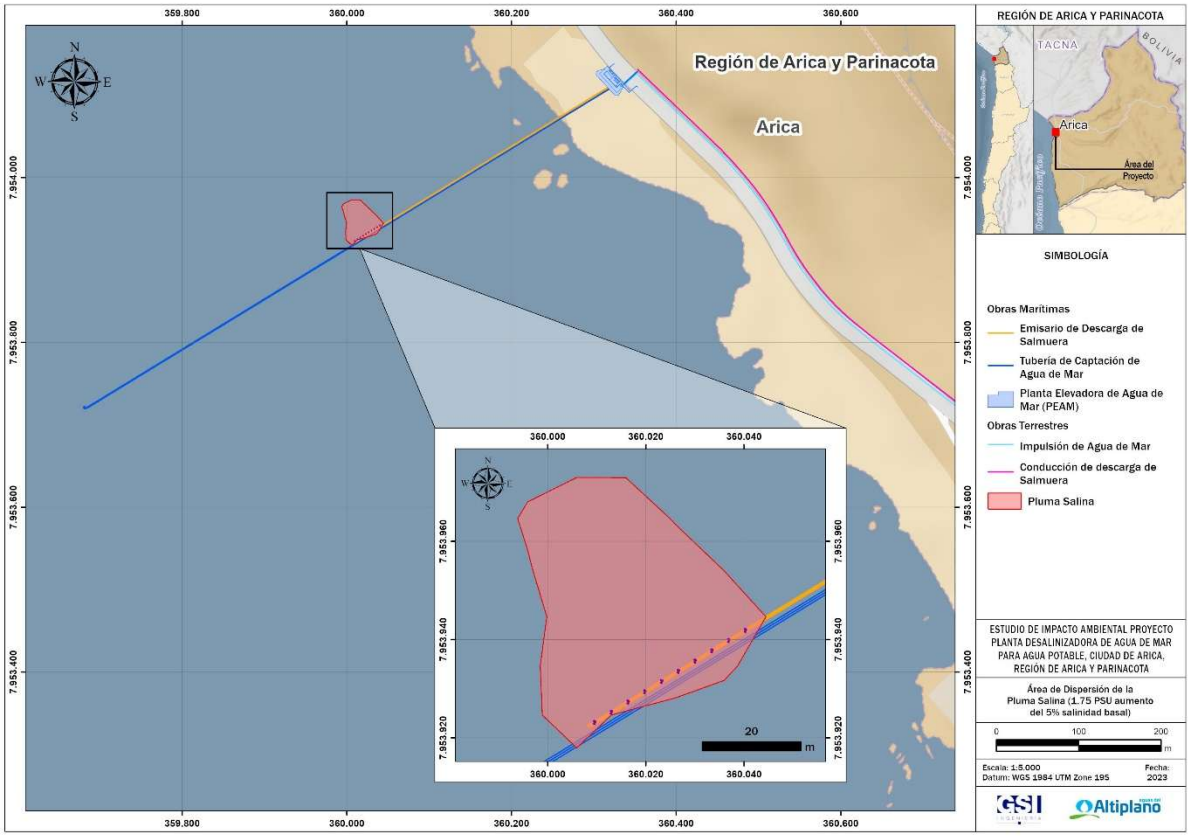
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

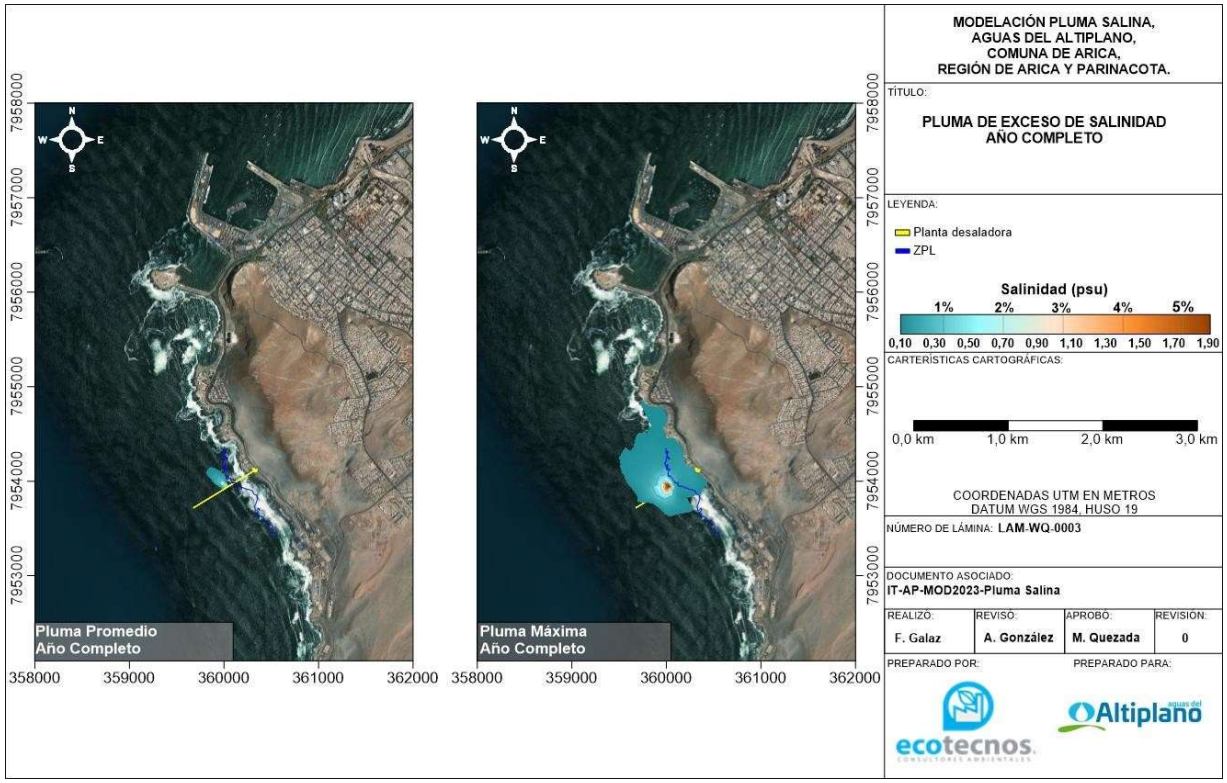
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

Respecto a la temperatura, si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura en tanto es emitida con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante, con lo que se regularía rápidamente a la temperatura que tiene el mar. En relación

con la acidez, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se reconoce el manejo de productos químicos, que se encuentra directamente vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. Particularmente, se utilizará ácido sulfúrico para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³. En el caso del postratamiento, se utilizará hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura, acidez o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Adicionalmente, en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional se establece un Plan de Vigilancia Ambiental, como parte de los compromisos ambientales voluntarios, que tiene como objetivo definir los procedimientos para monitorear las condiciones ambientales del Proyecto, permitiendo garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas. Para la pluma salina se controlarán temperatura, salinidad/conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de determinar la fiabilidad de los modelos de pluma salina y de sedimentos para que estos no superen los impactos definidos en el estudio.

Observación N° 190:

La corriente de Humbolt esta carente de salinidad producto del derretimiento de los hielos de la Antártida, no le vendría mal un aporte salino, el problema es que dicha corriente pasa a 500 km de la costa y dudo que una empresa invierta en 500 km de tubería a lo sumo arrojarían la sal a 5 km de la costa y ahí la catástrofe seria descomunal.

Evaluación técnica de la observación:

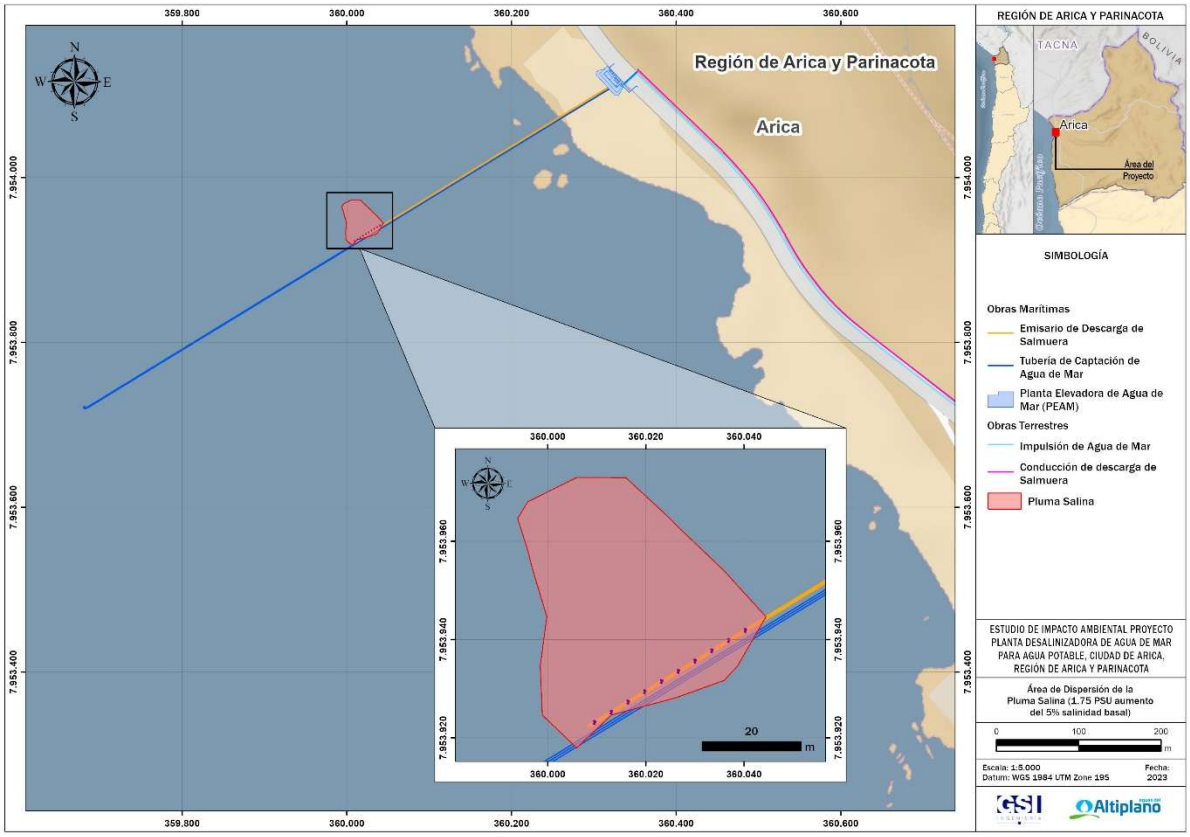
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo con el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, la tubería de inmisario de captación presenta una longitud total de 750 m. Por otra parte, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m, y posee una longitud de 367 m, con 298 m enterrados. En este sentido, el proyecto no se relaciona con la corriente de Humbolt.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

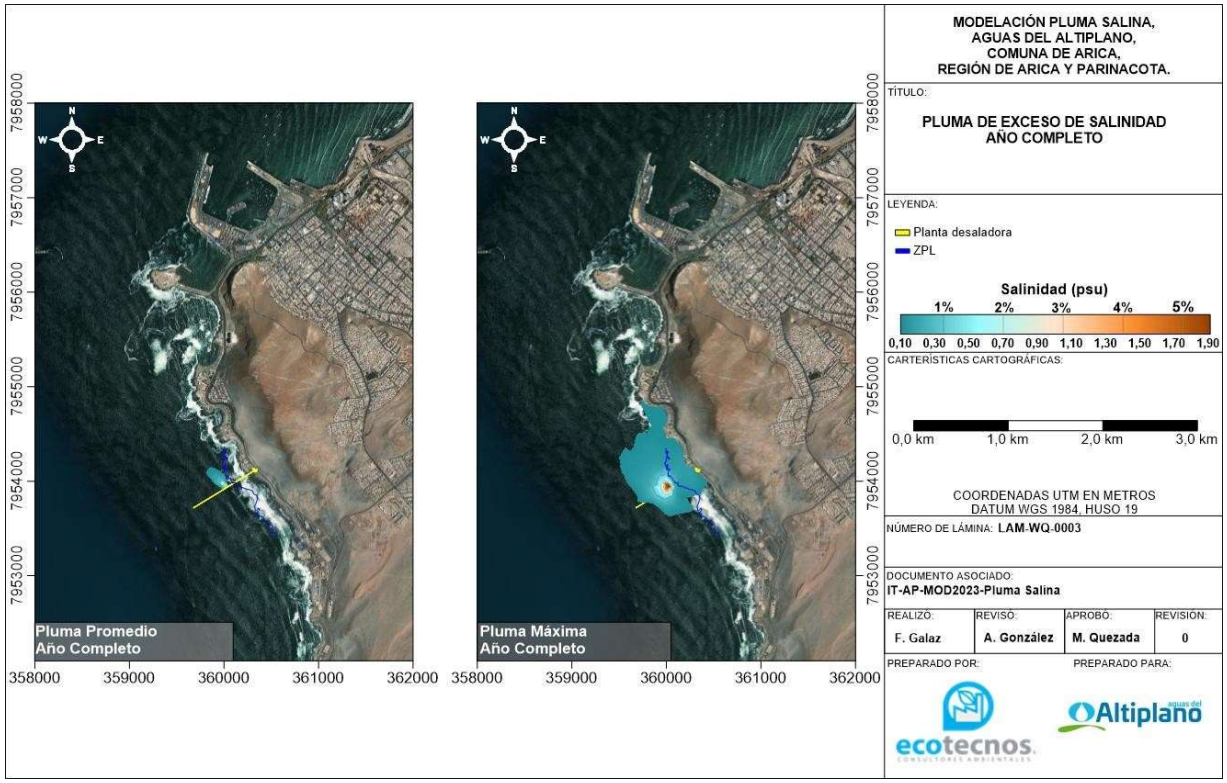
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar”, “Efecto adverso sobre

comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

67. Observante: Osvaldo Javier Vergara Astorga

Observación N° 191:

Desechos salubres, químicos y desechos de vida animal-vegetal: Según los estudios de aguas del altiplano se desechará 200lt por segundo de desechos y cubrirá 1500 mts cuadrados de superficie de mar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe precisar que, de acuerdo con lo señalado en la Adenda Complementaria, la operación del Proyecto considera un rango de funcionamiento entre 125 y 500 l/s de captación, produciendo de 50 a 200 l/s de agua desalada y rechazando entre 75 y 300 l/s al mar, según la condición de operación.

Respecto al aumento de la salinidad, de acuerdo con lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

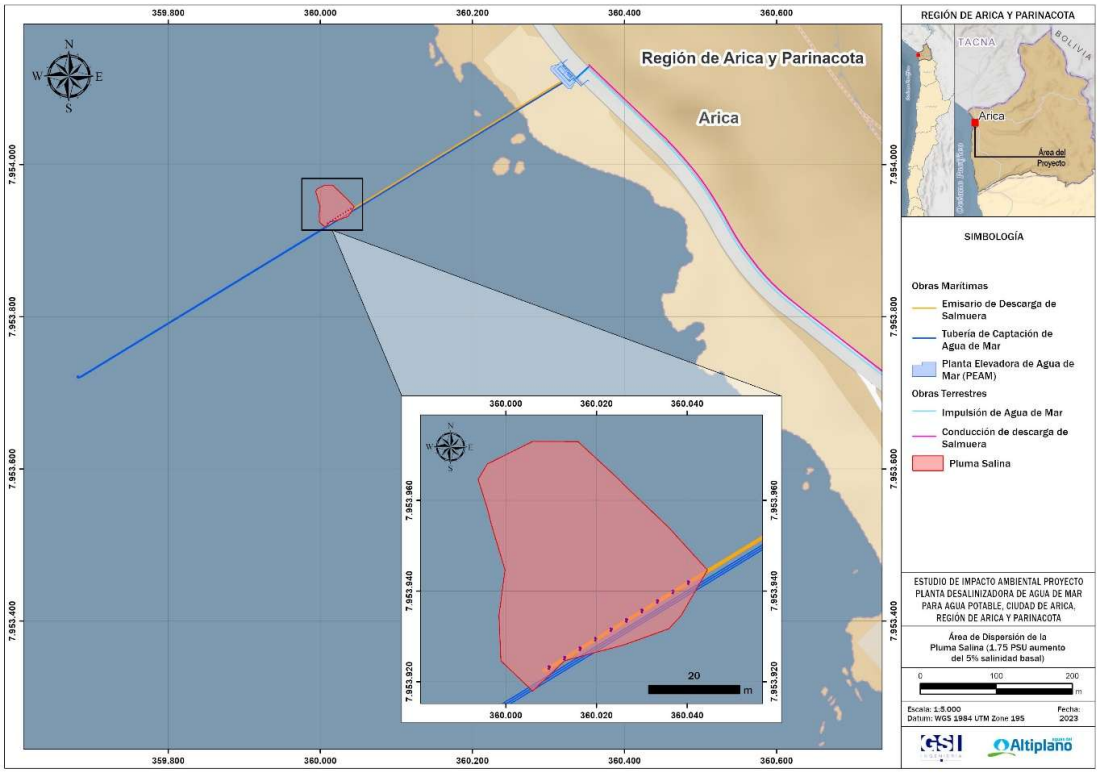
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En este sentido, posible señalar que en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En este sentido, de acuerdo con lo señalado en la Parte 10 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, los estudios realizados en la región han confirmado que las especies locales tienen una notable capacidad de adaptación a las variaciones de salinidad. En este contexto, el incremento de salinidad de generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los límites tolerados por estas especies.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Por otra parte, respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de

carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

Observación N° 192:

¿Se hizo un estudio de los efectos de los 1500 mts? donde está la playa brava, Lisera, La Capilla, el Laucho y Arenillas negras ¿y como afectara en 10 años?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con aspectos transversales de la evaluación ambiental del Proyecto, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Se comprende la preocupación respecto de los posibles efectos de la descarga de salmuera en el entorno marino y, particularmente, en un radio de 1.500 metros que comprende sectores costeros como Playa Brava, La Lisera, La Capilla, El Laucho y Arenillas Negras, así como respecto de sus potenciales efectos en un horizonte de 10 años.

Para evaluar estos efectos, el Proyecto desarrolló modelaciones hidroceanográficas de campo cercano y lejano, considerando las condiciones hidrodinámicas del sector, corrientes, mareas, vientos, oleaje, variaciones estacionales y distintos escenarios de operación. Estas modelaciones permiten determinar la dispersión y dilución de la salmuera tanto espacial como temporalmente y evaluar si la pluma generada por la descarga podría alcanzar las playas señaladas.

El rechazo líquido corresponde principalmente a agua de mar concentrada en sales como resultado del proceso de ósmosis inversa. De acuerdo con la actualización del PAS 115, para una captación de 125 L/s se producen 50 L/s de agua destinada a potabilización y 75 L/s de rechazo. En la condición máxima de operación, una captación de 500 L/s permite producir hasta 200 L/s de agua desalada a potabilizar y genera hasta 300 L/s de rechazo, de los cuales aproximadamente 244 L/s corresponden a salmuera y el volumen restante a flujos puntuales asociados a drenajes, retrolavados o reboses. El efluente es conducido mediante una tubería de aproximadamente 365 m hasta un sistema submarino de descarga y difusión, diseñado para favorecer su rápida dilución en el medio marino.

Los resultados de la modelación actualizada indican que, bajo condiciones extremas, se obtiene un exceso máximo de salinidad de 3,98 PSU, mientras que el límite correspondiente a un 5 % de exceso de salinidad se alcanza aproximadamente a 2,13 m del punto de descarga. En términos promedio, el exceso de salinidad en el medio circundante no supera el 1 %. De esta forma, la alteración se concentra en las inmediaciones del punto de descarga y disminuye rápidamente producto de los procesos de dilución y dispersión, sin proyectarse una expansión de la pluma que alcance las playas señaladas dentro del radio de 1.500 metros.

Asimismo, la evaluación consideró la condición de operación del Proyecto en un horizonte de 10 años, incorporando el crecimiento previsto de la demanda y el escenario de máximo caudal de rechazo. Bajo estas condiciones tampoco se proyecta que la pluma salina alcance las playas mencionadas ni que genere efectos significativos sobre sus usos recreativos o sobre los ecosistemas marinos asociados.

Adicionalmente, la evaluación no descansa exclusivamente en los resultados de la modelación. Los bioensayos presentados para el PAS 115 reportan una LC50 de 40,60 PSU para *Tisbe longicornis* a 48 horas y una EC50 de 44,80 PSU para *Isochrysis galbana* a 96 horas. Asimismo, la descarga deberá cumplir con los límites establecidos en la Tabla 5 del D.S. N°90/2000 y se contempla un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) destinado a verificar en terreno las condiciones efectivamente observadas durante la operación.

Este seguimiento considera el monitoreo de agua, sedimentos y biota, incluyendo parámetros como salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH y turbidez, los que serán contrastados con la línea de base

ambiental. De esta manera, será posible verificar que el comportamiento de la descarga se mantenga dentro de lo proyectado y adoptar las medidas correspondientes en caso de detectarse desviaciones.

En consecuencia, sobre la base de las modelaciones hidroceanográficas realizadas, los escenarios de operación evaluados (incluido el horizonte de 10 años) y las medidas de seguimiento contempladas, no se proyectan efectos significativos de la descarga de salmuera sobre Playa Brava, La Lisera, La Capilla, El Laucho y Arenillas Negras. La protección ambiental se sustenta tanto en el diseño del sistema de descarga y difusión como en la verificación posterior de su comportamiento mediante el seguimiento de la calidad del agua, sedimentos y biota marina.

Observación N° 193:

¿Se hizo estudio de fauna marina en riesgo de extinción y el riesgo de ser eliminado por los desechos tortugas, chungungo y los productos de consumo humano?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, el Titular realiza una Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

En este sentido, se concluye que se realizó un estudio y caracterización adecuada de fauna marina.

Respecto de impactos debido a la operación de la planta desalinizadora, de acuerdo con lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

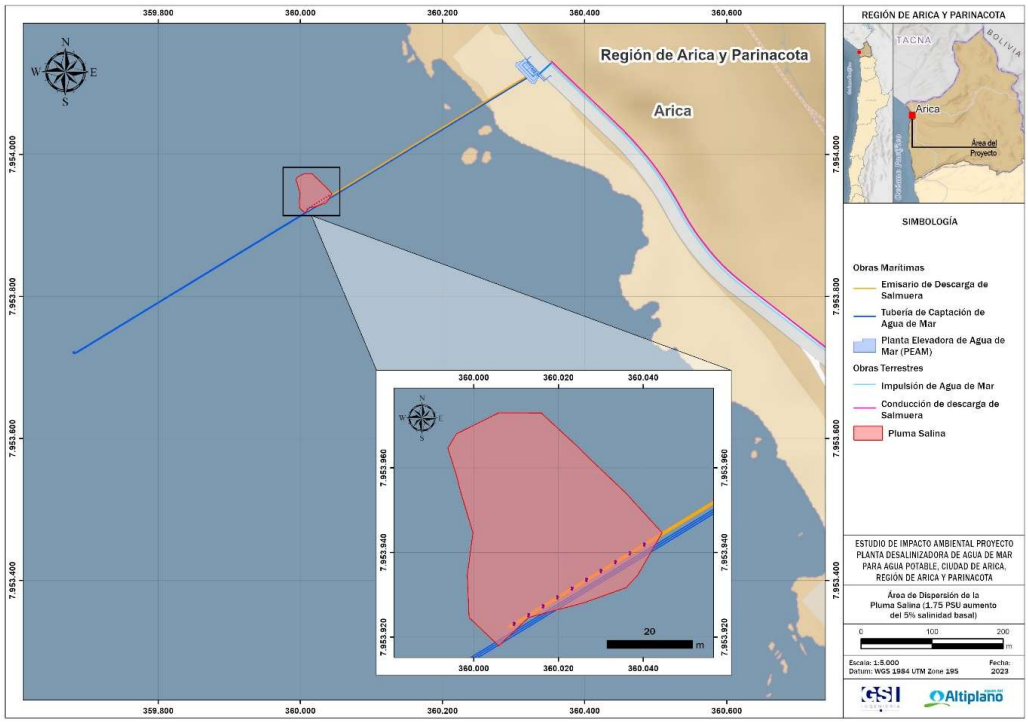
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

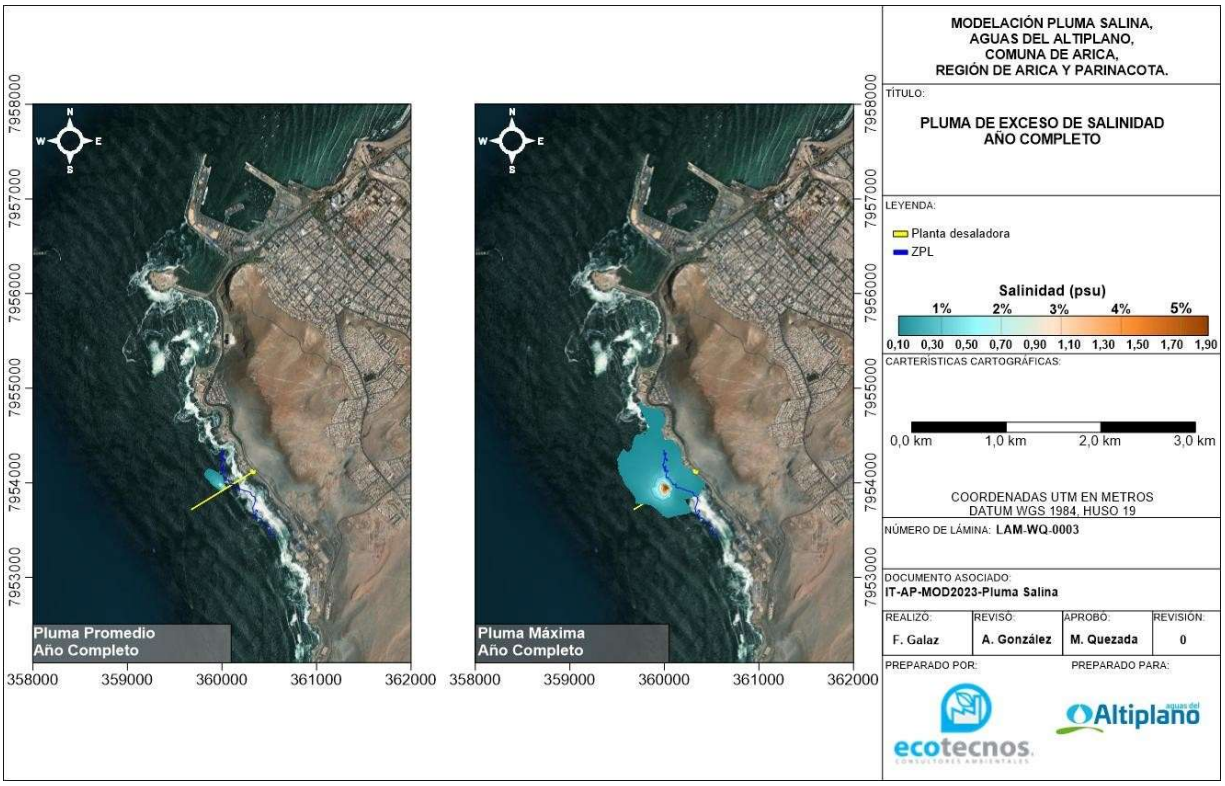
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

38. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

39. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 194:

La succión en el agua de mar: los chungungos están siempre en las orillas tanto como entre las rocas y están en peligro de extinción, ¿Cómo se evitará su perdida en 15 años?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N°

90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Cabe señalar que dentro de las especies informadas por el Titular en la letra b) del punto 2.3.2 de la Adenda Extraordinaria, el chungungo no fue reconocido dentro del área de estudio, ante lo cual no se reconocen impactos sobre esta especie.

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, para aclarar el concepto de "medio ambiente de toda vida marina" se hablará de ecosistemas marinos y ecosistemas litorales, ya que, según lo establecido en la Guía para Predicción y Evaluación de Impactos en Ecosistemas Marinos en el SEIA, un ecosistema "*corresponde a uno de los niveles de organización de la biodiversidad. Referido al complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional*".

Desde esta perspectiva y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

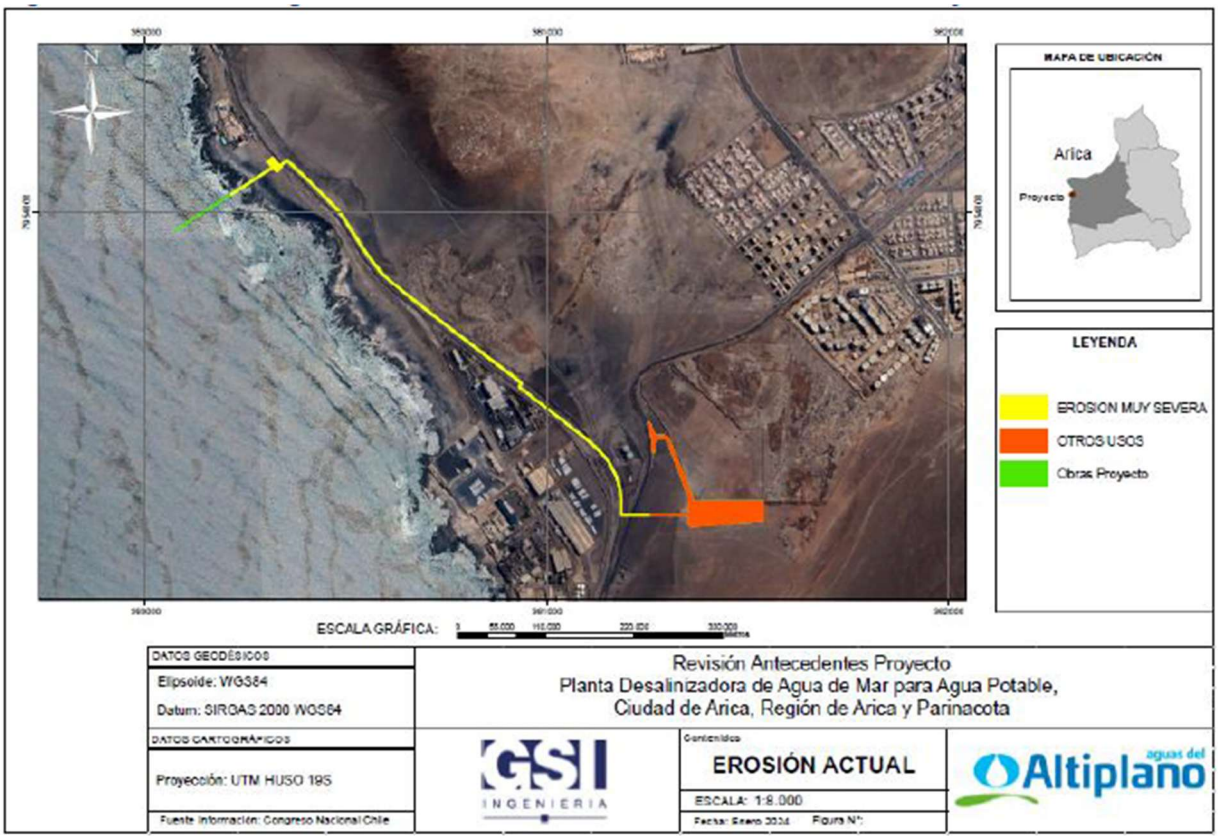
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de “otros usos”, mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como “muy severa”, lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

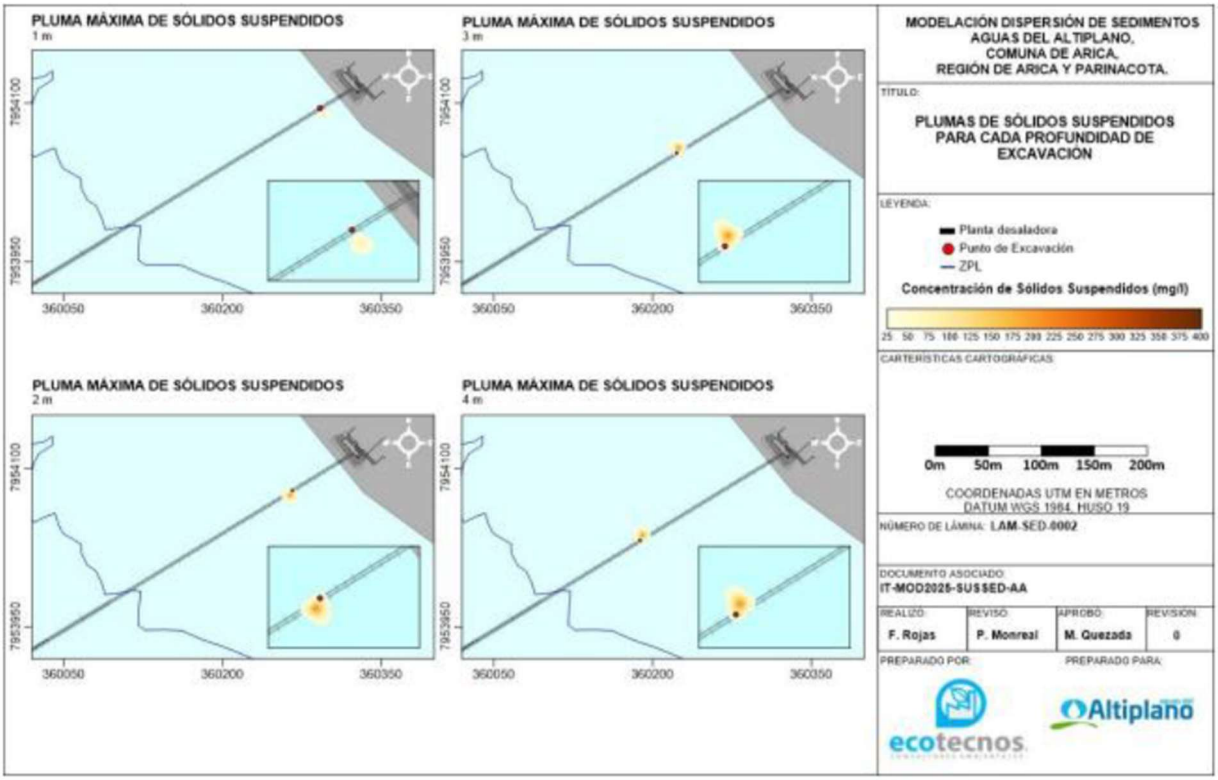
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

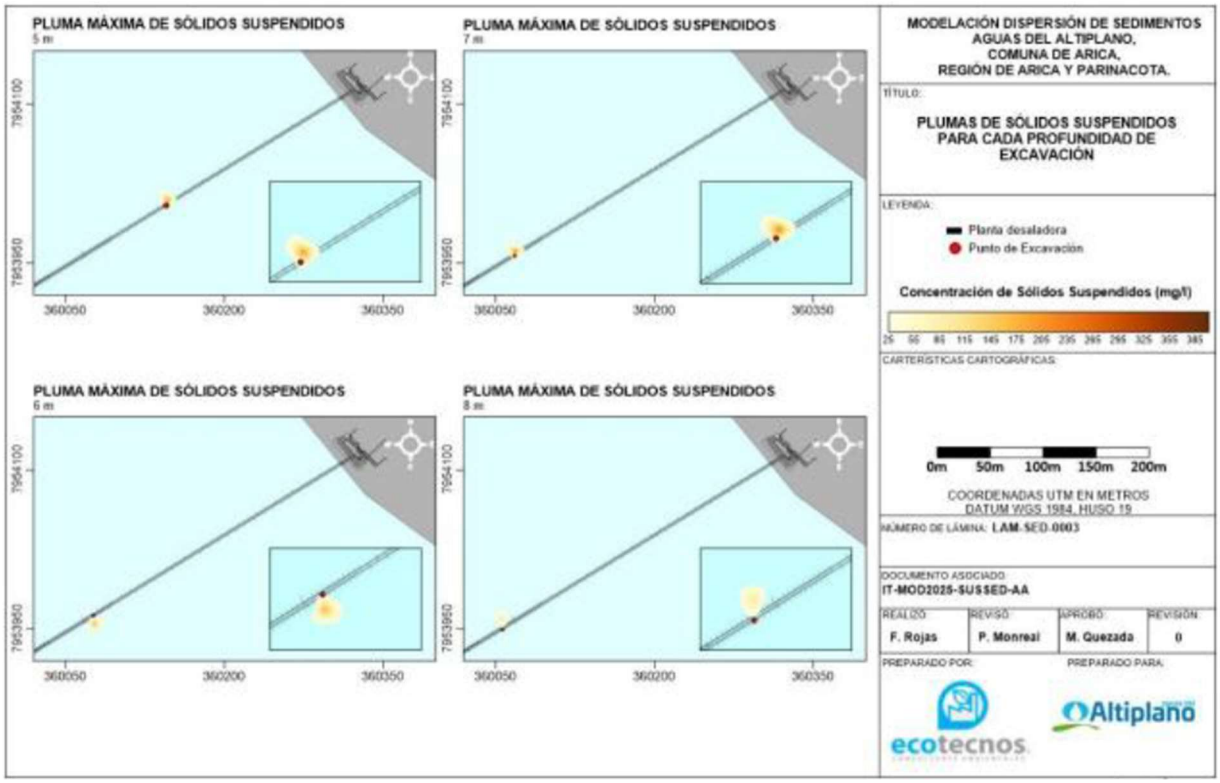
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico42

42 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Figura, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual43

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

43 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

40. 29,5 [m] para actividades de perforación;

41. 34,3 [m] para actividades de dragado;

42. 533 [m] para actividades de embarcación;

43. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

44. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

45. 2 [m] para actividades de perforación;

46. 3 [m] para actividades de dragado;

47. 11 [m] para actividades de embarcación;

48. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

49. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

50. 613,17 [m] para actividades de perforación

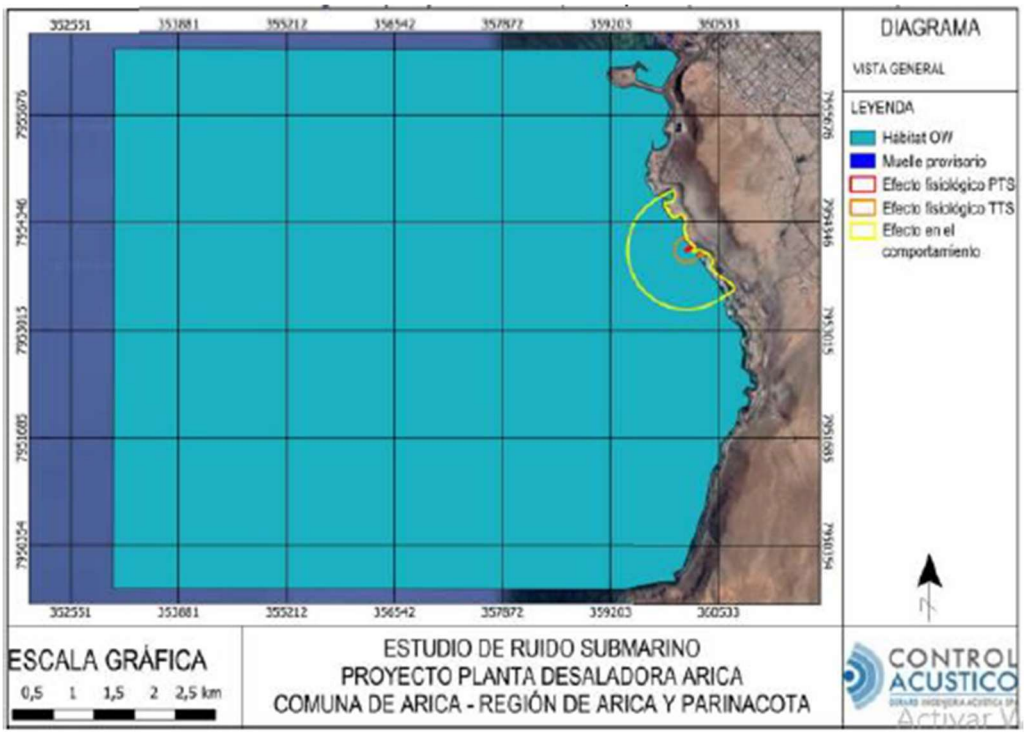
51. 730,36 [m] para actividades de dragado;

52. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

53. 3094 [m] para actividades de tronaduras

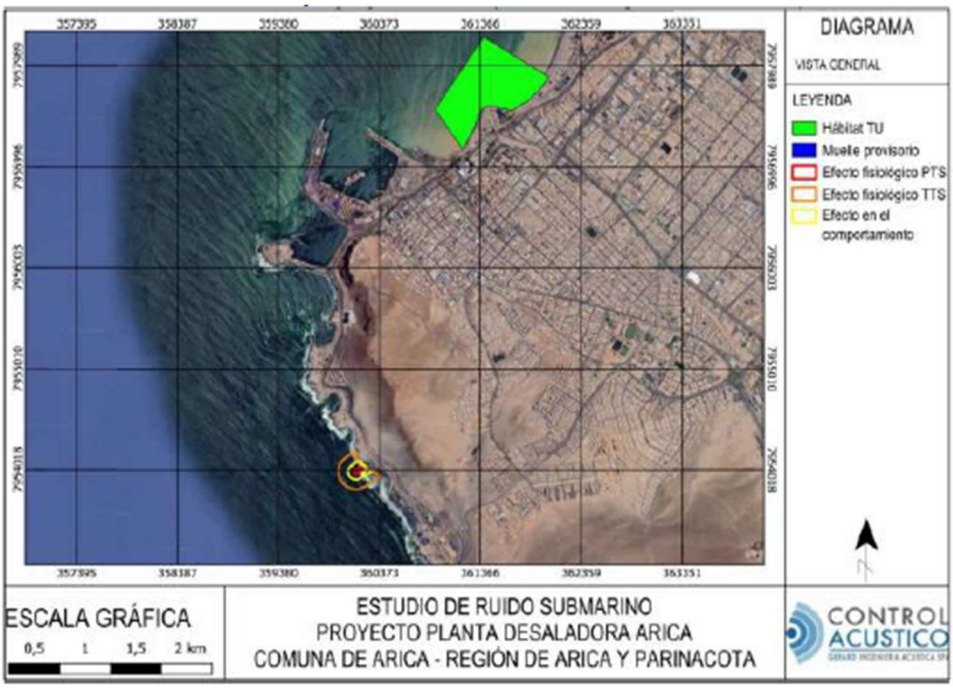
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



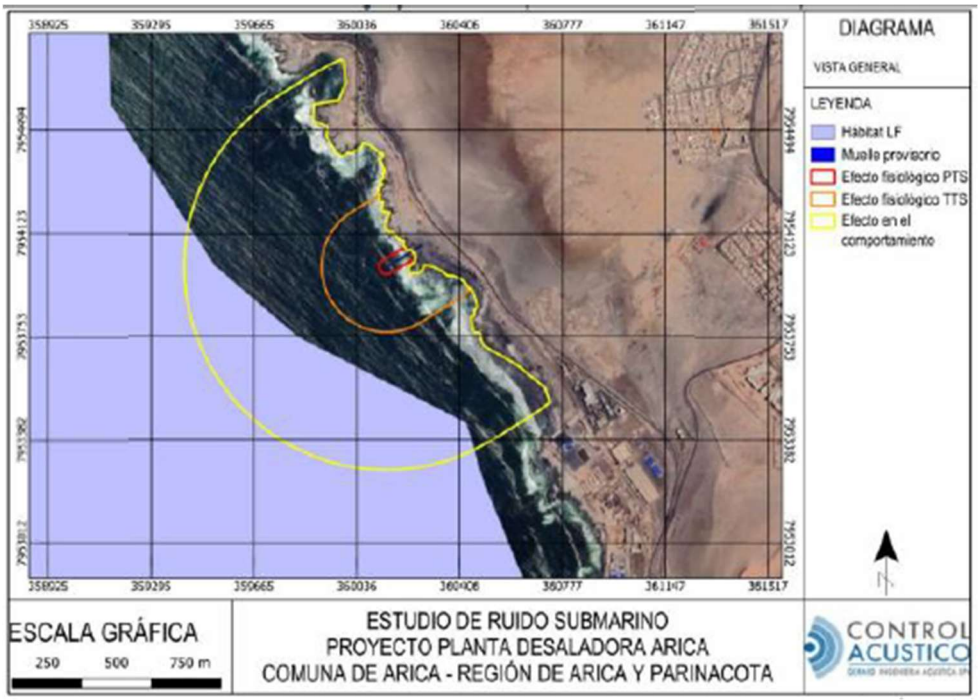
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

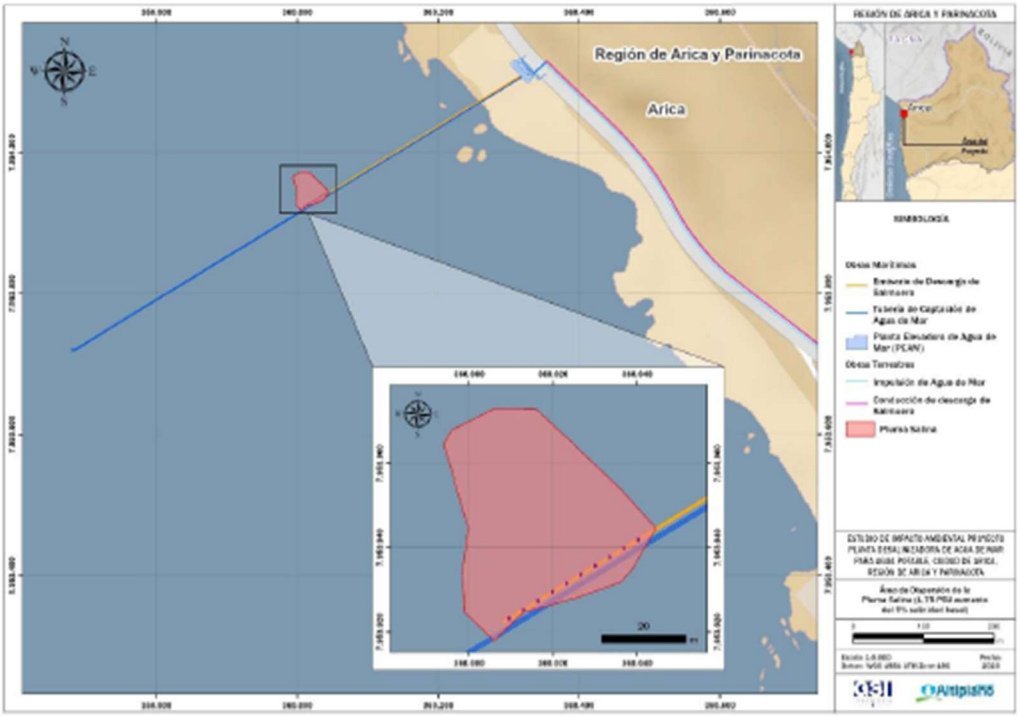
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

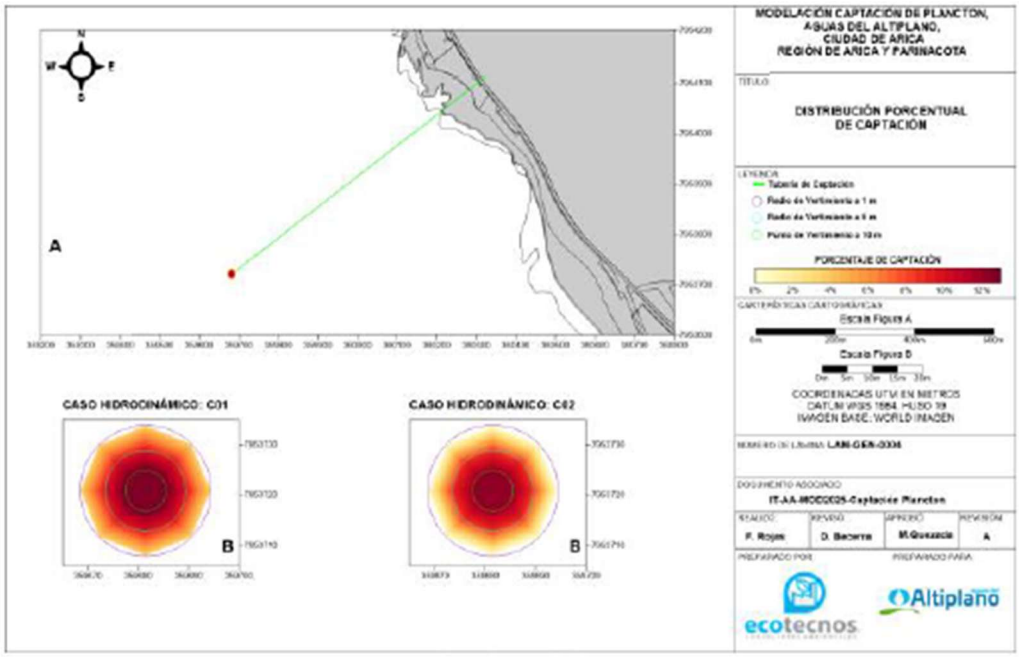
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 195:

> *Consumo de productos para el humano y ruidos para alejar los mamíferos: ¿Se considero el hecho que los ruidos para alejar la fauna marina (los lobos) también alejara los peces y mamíferos? y las ondas sonoras hasta cuantos kilómetros de distancia estarán los sonidos en el mar? ¿y cual sería su efecto a 15 años?*

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

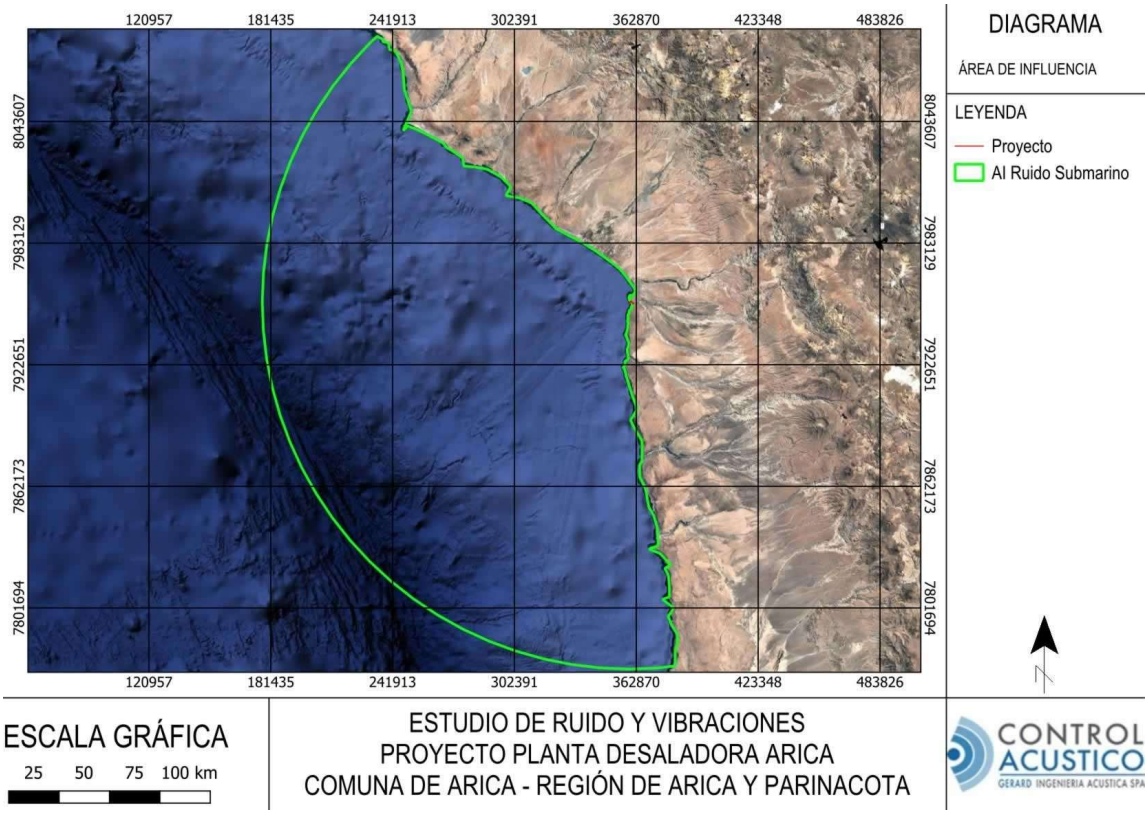
En la fase de construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto “Efecto adverso sobre los mamíferos marinos”, tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional. A continuación, se presenta el área de influencia, que considera las distancias en las que la máxima emisión se iguala al umbral considerado para la evaluación de impacto. Esto es 160 [dB] para ruido submarino, lo que entrega un radio de AI de 731 [m], de acuerdo con lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

De acuerdo con lo declarado por el Titular en la Parte 4 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, el uso de tronaduras está diseñado para afectar solo el área estrictamente necesaria para la instalación de la tubería, representando solo un 4,5% de la superficie rocosa total, como se muestra en la siguiente Figura. Esto significa que el 95,5% del área rocosa no será intervenida, garantizando la preservación del ecosistema y la morfología del sector.

Adicionalmente, es importante destacar que el diseño del proyecto contempla una intervención localizada y temporal, tras la cual se restablecerán las condiciones del área intervenida. En consecuencia, el ecosistema marino y las actividades productivas asociadas al sector no consideran impactos significativos ni irreversibles. En este sentido, no se considera que existan efectos en el largo plazo.

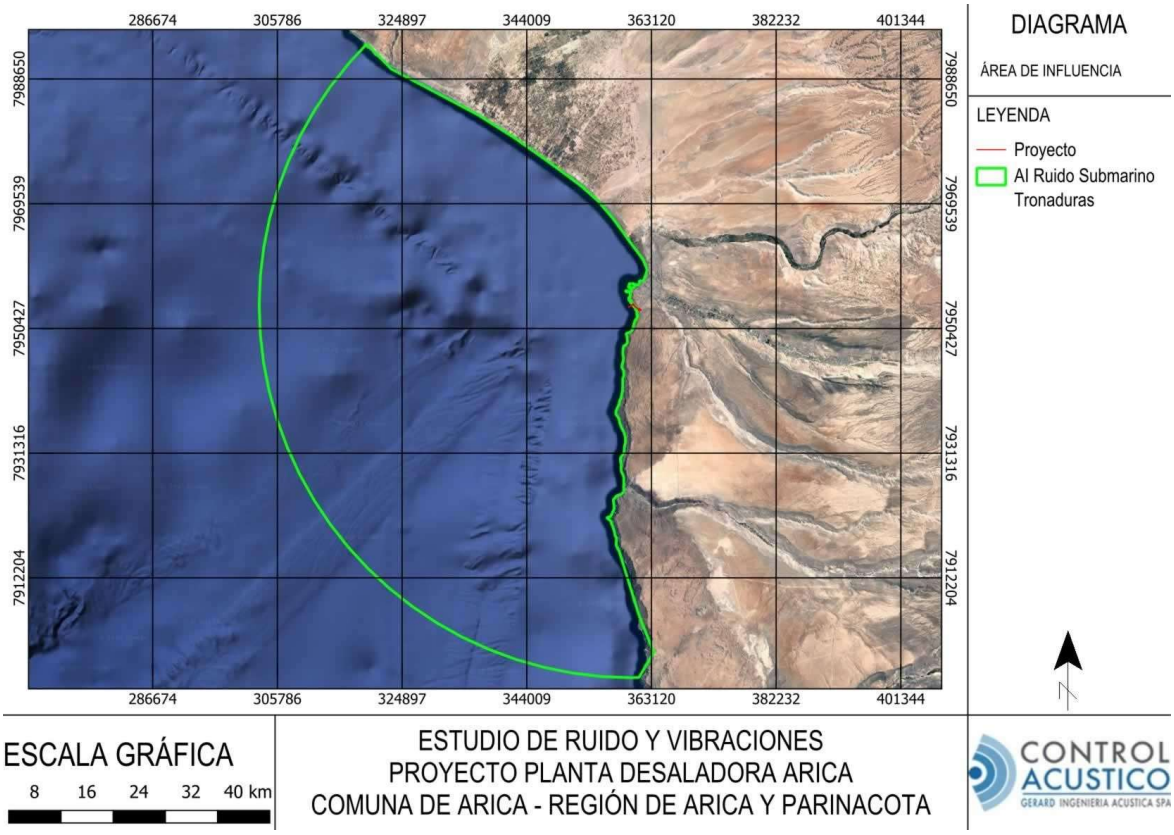
Figura. Diagrama área de influencia ruido submarino



Fuente: Ilustración 1, Anexo 7.4, Adenda Complementaria.

En el caso de las tronaduras, el Proyecto ha optado por considerar como AI para tronaduras las distancias en las que la máxima emisión se iguala al umbral considerado para la evaluación de impacto. Esto es 160 [dB] para ruido submarino, lo que entrega un radio de AI de 3.094 [m], ya que según el Criterio 15 de la Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA, 2017) se debe considerar el área donde podría haber impacto, lo cual queda delimitado por el umbral que indica efectos en el comportamiento de fauna nativa.

Figura. Diagrama área de influencia tronaduras



Fuente: Ilustración 2, Anexo 7.4, Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing, Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts"*, elaborado por la NMFS *(National Marine Fisheries Service*, del NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*, en revisión en el documento técnico *"Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects"* de acuerdo a lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria, que presenta una actualización del estudio de ruido submarino.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017)".*

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de centímetros en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores a las áreas que se

presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos en caso de tronaduras es de 73 metros.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales, siendo de 1.051 metros para tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos de 3.094 metros para actividades de tronaduras.

Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios. Este considera las medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos.

Observación N° 196:

Campistas y pesqueros de redes de pesca: ¿Se hizo un estudio para saber cuántos tipos de peces se extrae en el sector y el peligro de consumir peces contaminados por químicos arrojados por la desaladora y los efectos secundarios a los 10 años?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea tres temas, que se abordan en el orden en que fueron formulados: los estudios sobre los tipos de peces que se extraen en el sector, el riesgo de que resulten contaminados por sustancias químicas de la planta desalinizadora y los posibles efectos a diez años de operación del Proyecto.

El componente Medio Humano consideró específicamente la pesca artesanal y la recolección de orilla que se desarrollan en Arenillas Negras y sus alrededores, e identificó las organizaciones de pescadores del sector de Arenillas Negras (Adenda 1, Cuadro N°3.4, p.156; Cuadro N°3.5, p.157; Cuadro N°3.16, pp.189-190). A nivel regional, la pesca artesanal de Arica y Parinacota registra 1.750 pescadores artesanales activos en el Registro Pesquero Artesanal, 251 embarcaciones activas y 17 organizaciones (Adenda Complementaria, p.522).

Respecto de los tipos de peces, el expediente cuenta con el registro de desembarque de los recolectores de orilla de Arenillas Negras entre 2017 y el 15 de junio de 2024, que identifica 21 especies extraídas en el sector: peces como la corvina, el lenguado, el lenguado de ojos chicos, la lisa, el pejeperro, la cabinza,

la cabrilla española, el roncacho (también llamado pocha o corvinilla), el sargo y el tomoyo, y recursos bentónicos como el pulpo del norte, la almeja, el choro, el chorito o mejillón, la cholga, el culengue, el erizo, la jaiba mora, la lapa negra, el piure y el caracol locate. Estas especies suman 29,27 toneladas en el período, lideradas por el pulpo del norte, con un 46%, y la almeja, con un 38,3%, que en conjunto concentran el 84,3% de lo extraído (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.47, p.296). A ello se suma la anchoveta (Engraulis ringens), especie que se captura desde embarcaciones: un muestreo de 38 muestras de agua de mar realizado en febrero de 2025 registró sus huevos y larvas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64).

En relación con el riesgo de contaminación química, la captación de agua de mar se realiza mediante una torre ubicada a unos 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, la franja de mar más cercana a la costa que la normativa resguarda de forma especial (Adenda Complementaria, p.610). Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). La salmuera que se devuelve al mar está libre de sustancias químicas añadidas que alteren la composición del agua de mar captada (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56) y de sustancias tóxicas o agentes con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5), y cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). Respecto de la salud de las personas, para la fase de operación el expediente concluye que “se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en fase de operación” (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25).

La salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta de la osmosis inversa, se conduce al mar por un emisario submarino de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de difusores, con 8 difusores, es decir, boquillas de salida, y su punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). En la pluma salina, es decir, la zona de

agua más salada que se forma en torno a la descarga, el exceso de salinidad del 10% se alcanza a 1,18 metros de la descarga y el del 5% a 2,13 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y el 68% de los escenarios evaluados se mantiene bajo este último umbral (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

En cuanto a los efectos a diez años, el análisis de Pérdida de Adulto Equivalente, que estima cuántos ejemplares adultos representaría, en términos poblacionales, la cantidad de huevos y larvas captados con el agua, estimó para la anchoveta una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales, en una región cuyo desembarque de esta especie alcanzó 93.225 toneladas en 2023, de las cuales 93.187 corresponden a desembarque artesanal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64). El modelo de dispersión de la salmuera, simulado sobre 12 años completos (2012-2023), muestra un incremento promedio de salinidad bajo el 1%, estable año tras año (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos relevantes comienzan a manifestarse a partir de una salinidad de 40,54 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39%, sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). Estos resultados se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la pluma salina en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica estableció que este plan rige durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y que su frecuencia o sus parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En atención a lo expuesto, el expediente identifica 21 especies extraídas en el sector, entre peces y recursos bentónicos, además de la presencia de anchoveta. En cuanto al riesgo químico, la captación y la descarga se ubican fuera de la ZPL, y los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga. La salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, cumplirá la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000 y reduce su exceso de salinidad al 5% a 2,13 metros de la descarga, con una dispersión hacia sectores alejados de la costa, y el expediente descarta riesgo a la salud de la población asociado al agua en la operación. Respecto del horizonte de diez años, el análisis de Pérdida de Adulto Equivalente estima para la anchoveta una pérdida

mediana de 0,43 toneladas mensuales. El modelo de dispersión simulado sobre 12 años muestra un aumento promedio de salinidad bajo el 1%, estable año tras año. Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, que incluye el monitoreo de los peces y de los bancos naturales, cuyos resultados se informan a la SMA y que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la operación.

Observación N° 197:

Playa cerrada por el trabajo de extracción de tierra: ¿Cómo afectara el hecho de que no se pueda acampar ni pescar o extraer nada por trabajo?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea tres temas: que la playa quedará cerrada por los trabajos de extracción de tierra, cómo afectará esto a quienes acampan en ella y cómo afectará a quienes pescan o extraen recursos para trabajar. Para responder, se aborda cada tema en ese orden, distinguiendo en cada caso lo que ocurre durante la construcción y durante la operación del Proyecto.

Sobre el cierre de la playa, los trabajos de extracción de tierra corresponden a las excavaciones terrestres y las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, asociadas a la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y a la tubería de captación, y a las excavaciones submarinas para instalar las tuberías en el fondo marino (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.23-24). En cuanto a su duración, las excavaciones terrestres y las tronaduras se concentran en los primeros meses de la construcción, y las excavaciones submarinas finalizan antes del segundo período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). Todas las tronaduras se ejecutan fuera del período estival: las nueve terrestres, entre abril y septiembre del primer año de construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49), y las cinco submarinas, entre junio y la primera quincena de septiembre de ese mismo año (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). En cuanto al espacio que ocupan, estos trabajos se apoyan en la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, que es la única intervención que permanece en la playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En su primera etapa, este recinto ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas e incluye el área de secado del material extraído en las excavaciones submarinas; una vez finalizadas esas excavaciones, el área de secado se desmantela y el recinto se reduce a aproximadamente 0,87 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.27), y en la etapa final queda en aproximadamente 0,48 hectáreas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.5, p.34). Con una extensión de 202 metros de largo y 89 metros de ancho máximo, la instalación de faenas es la única obra que modifica el paso por la orilla, y lo hace de manera parcial, porque el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur del recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). Así, durante la construcción la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas, con áreas de seguridad que rigen solo durante los 20 minutos de cada

tronadura, en tierra para las terrestres (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49) y en el mar para las submarinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Durante la operación, el acceso a la totalidad de la playa se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre el camping, se trata de un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). Durante la construcción, el análisis propio de esta Dirección Regional, realizado conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, con independencia de la calificación del Titular, estableció que la reprogramación del calendario de tronaduras mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción. El único factor de restricción que permanece es la instalación de faenas, que representa una superposición del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86), de modo que el campamento puede seguir desarrollándose en el mismo lugar durante ambos veranos. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro. En relación con el material extraído, exige además que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Durante la operación, el camping puede seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la superficie de playa (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre la pesca y la extracción de recursos para trabajar, durante la construcción la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Este buffer coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodearlo para llegar a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas implican una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, y con ella los ingresos de quienes la desarrollan. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en

equipamiento para organizaciones de pesca" contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla pueden seguir desarrollándose.

Aclarado el alcance de los trabajos, la playa se mantiene abierta durante la construcción fuera de la instalación de faenas, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas y deja acceso a la orilla por el norte y por el sur. Las excavaciones terrestres y las tronaduras se concentran en los primeros meses, las excavaciones submarinas finalizan antes del segundo verano y todas las tronaduras se ejecutan fuera del período estival. El camping puede seguir desarrollándose durante ambos veranos de construcción, con una superposición de la instalación de faenas del 20% y del 10% del territorio usado por los campistas, el compromiso de apoyo al camping, las franjas que exige esta Dirección Regional y la condición de mantener el Área de Secado y la Zona de Acopio libres de suelos húmedos en verano. La pesca y la extracción de recursos enfrentan durante la construcción una restricción temporal de acceso al mar que corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo; durante esa restricción, el recurso se mantiene y la actividad puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. En la operación, el acceso a toda la playa se mantiene libre para el camping, la pesca y la extracción de recursos.

Observación N° 198:

Aguas seguras para el baño sin riesgo de contaminación: Se podrá bañar o trabajar en esa área considerando que hay un consumo de agua por el hecho de estar en contacto con la playa y el mar. ¿Cuáles son los efectos que tendrán los químicos y sal en el cuerpo a 10 años?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Esta observación plantea dos preguntas, que se responden a continuación en el mismo orden en que fueron formuladas: primero, si se podrá seguir usando el sector para bañarse o trabajar; y segundo, qué

efectos tendrían los químicos y la sal en el cuerpo de quienes hagan ese uso, proyectado a diez años de operación.

Sobre el primer punto, el uso del sector, durante la fase de operación del Proyecto, que es la etapa permanente, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que el baño y las actividades de trabajo, incluidas la recolección de orilla y el buceo, pueden seguir desarrollándose en Playa Arenillas Negras. Durante la fase de construcción, la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas, y en el mar rigen solo el buffer de seguridad de las obras marítimas, entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), y las áreas de seguridad durante los 20 minutos de cada tronadura, todas ejecutadas fuera del verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54), de modo que el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción. En cuanto al trabajo en esa misma fase, las obras marítimas generan una restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, se trata de una restricción temporal de acceso, en la que el recurso y el hábitat que lo sostiene se mantienen. La restricción corresponde al buffer de seguridad de las obras marítimas, es decir, una franja de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas, activa de forma continua entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Su intersección con el área de recolección de orilla se estima entre 0,62 y 0,72 hectáreas, superficie en la que la recolección queda restringida mientras el buffer se mantiene vigente (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52). Fuera de ella, el acceso a la orilla se mantiene por los sectores norte y sur de la instalación de faenas (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.78), y las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, pueden rodear el buffer y acceder a los sectores exteriores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Cada tronadura submarina, es decir, cada detonación controlada bajo el agua para fragmentar roca, se avisará con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Con estos antecedentes, esta Dirección Regional concluye que la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras durante toda la construcción. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, formalizado mediante un convenio durante los primeros quince meses de la construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas. El Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y

comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal, afiches en sus sedes, aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Con esta condición, la restricción disminuye en duración y magnitud.

Sobre el segundo punto, los efectos de los químicos y la sal en el cuerpo a diez años, corresponde señalar primero qué productos químicos utiliza la planta y qué ocurre con ellos. Durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). El expediente declara expresamente que la descarga mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y que está libre de sustancias tóxicas y de agentes físicos, químicos o biológicos con características nocivas para el medio receptor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.5).

Las aguas de lavado de las membranas de osmosis inversa y de los filtros de pretratamiento pasan por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta dejarla en un estado neutro (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78), y luego se integran al flujo de salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta del proceso, la que se devuelve al mar de forma continua por un emisario submarino, es decir, la tubería que conduce la descarga hacia el mar, de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados, 29 apoyados en el fondo marino y 40 corresponden a la zona de 8 difusores, es decir, las boquillas por donde sale la descarga (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El punto de descarga se ubica a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79). Los estudios de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran una dispersión hacia sectores más alejados de la costa, con un comportamiento poco variable entre la marea llenante y la vaciante (Adenda

Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). En cuanto a la sal, la salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10), y el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de esa salinidad natural, de forma estable en los 12 años simulados, entre 2012 y 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo, en condiciones extremas, es de 3,98 psu, equivalente a un 11,39% sobre la salinidad natural, y se reduce con la distancia: baja al 10% a 1,18 metros y al 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y en el 68% de los escenarios evaluados el exceso se mantuvo bajo el 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). La salmuera cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la ZPL (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). Respecto de la salud de las personas, el expediente señala que, con el cumplimiento de esa norma, los parámetros de la descarga se encontrarán bajo los límites establecidos, y que se descarta riesgo a la salud de la población asociado al recurso natural agua en la fase de operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.17, p.2.25).

Sobre la pregunta específica de qué ocurre con el paso del tiempo, el cumplimiento de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000 se verifica mediante un programa de monitoreo y control de parámetros que se realiza semanalmente antes de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56). Se contempla, además, un Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), y los resultados de cada campaña se informan a la SMA dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). Así, en el año diez de operación, al igual que en cualquier otro momento, la descarga queda sujeta al monitoreo semanal, al Plan de Vigilancia Ambiental y a los límites de la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000.

El Proyecto cuenta, además, con un Plan de Emergencias y Contingencias, protocolo que el Titular debe seguir ante un eventual derrame, que contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de los residuos líquidos, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura antes de la descarga, el mantenimiento preventivo del emisario submarino y la capacitación del personal, con la

detención de la Planta de Osmosis Inversa ante un derrame mayor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52).

Expuestos estos antecedentes, durante la construcción el baño puede seguir desarrollándose en la playa abierta, fuera del buffer marino y de las áreas de seguridad de cada tronadura, y durante toda la operación el acceso al sector se mantiene libre, de modo que el baño y el trabajo pueden seguir desarrollándose. La restricción de acceso al mar durante la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo: es una restricción temporal de acceso, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa durante toda la construcción, con aviso previo de cada tronadura, el apoyo en equipamiento para las organizaciones de pesca y la condición de avisaje que amplía el acceso entre tronaduras. En cuanto a los químicos y la sal a diez años, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, y la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y de sustancias tóxicas, se descarga fuera de la ZPL y se dispersa hacia sectores alejados de la costa, con un aumento promedio de salinidad bajo el 1%, estable en los 12 años simulados. La descarga cumplirá la Tabla N°5 del D.S. N°90/2000, y el expediente descarta riesgo a la salud de la población asociado al agua en la operación, condición que se verifica mediante un monitoreo semanal y un Plan de Vigilancia Ambiental exigido durante toda la operación, junto con un Plan de Emergencias y Contingencias ante eventuales derrames.

68. Observante: Ernesto Nun Valdivieso Giu

Observación N° 199:

La Salmuera: en el mar hay un 5% de sal pudiendo dar vida. Al echar la salmuera al mar su salinidad aumentara a un 15% destruyendo el ecosistema marino matando moluscos, peces. Plancton, fitoplancton, algas, lagartijas y gaviotas. Además de destruir un área recreativa, de trabajo de buzos, pescadores. Por eso pido tomar conciencia para cuidar la naturaleza y los químicos que usaran para limpiar los tubos, pozos o piscina de trabajo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea cuatro ideas, que se responden en el orden en que fueron formuladas: la salinidad del mar en el sector; si la descarga de salmuera la elevaría hasta un 15%, causando la muerte de moluscos, peces, plancton, fitoplancton, algas, lagartijas y gaviotas; si ello afectaría el área recreativa y de trabajo de buzos y pescadores; y qué ocurre con los productos químicos que se usan para limpiar tuberías y equipos.

Las mediciones realizadas en terreno para este Proyecto registran una salinidad natural del mar en el sector de entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10).

En cuanto al aumento de salinidad, el comportamiento de la salmuera, es decir, el agua de mar con mayor concentración de sal que resulta de la desalinización, se estudió con un modelo de dispersión de la pluma de descarga, es decir, la zona de agua más salada que se forma en torno a la descarga, construido con modelos numéricos que representan su comportamiento tridimensional, considerando las variaciones estacionales y la influencia de mareas, vientos y oleaje (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8). Simulando doce años completos de operación, entre 2012 y 2023, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, con niveles estables año tras año (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). En el escenario más desfavorable, el exceso máximo es de 3,98 psu sobre la salinidad natural, es decir, un 11,39% más que esa base, y se reduce a un 10% a 1,18 metros y a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y el 68% de los escenarios evaluados se mantuvo bajo ese 5% (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.6). Los estudios con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12).

Respecto de los organismos marinos que nombra la observación, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio realizadas sobre un copépodo, que es un pequeño crustáceo del zooplancton, y

una microalga, que forma parte del fitoplancton, ambos representativos del área, determinaron que los efectos adversos, como el aumento de mortalidad o la inhibición del crecimiento, comienzan a partir de 40,54 psu. Ese valor se ubica por sobre la salinidad que genera la descarga, ya que el exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). La mitad de los copépodos muere con 40,60 psu después de 48 horas de exposición, valor conocido como concentración letal media (LC50), y el crecimiento de la mitad de las microalgas se inhibe con 44,80 psu después de 96 horas, valor conocido como concentración de efecto media (EC50) (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.7). Estos resultados se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, el fitoplancton y el zooplancton, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Los resultados de cada campaña se informan a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) dentro de los 60 días hábiles siguientes (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.43). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En cuanto a las lagartijas y las gaviotas, la línea de base, es decir, la descripción del medio en su condición previa al Proyecto, registró su presencia en el sector: las cuatro campañas de fauna terrestre identificaron 18 especies de aves, entre ellas la gaviota garuma, en categoría vulnerable, y el pelícano de Humboldt, casi amenazado (Adenda 1, p.311), y la campaña de invierno del medio marino registró 503 aves marinas de 14 especies, mayoritariamente gaviotas de la familia Laridae, además de 21 ejemplares de la lagartija Microlophus quadrivittatus en la estación MR-6 y 6 en la estación MR-5 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.16). Durante la operación, el Plan de Vigilancia Ambiental incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, p.5).

Sobre el área recreativa y de trabajo de buzos y pescadores, durante toda la operación, que es cuando se descarga la salmuera, el acceso al área se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). Durante la construcción, las obras marítimas y su zona de seguridad generan una restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla, evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una

única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la SMA.

Sobre los productos químicos, durante la operación la planta los utiliza en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Las aguas de lavado de las membranas de osmosis inversa y de los filtros pasan primero por un estanque de neutralización, donde se ajusta su composición hasta un estado neutro, antes de integrarse a la salmuera (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, pp.1.77-1.78). La salmuera mantiene la composición del agua de mar captada, libre de sustancias químicas añadidas que la alteren (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 4, p.4.56), y cumplirá los límites máximos de la Tabla N°5 del Decreto Supremo N°90 de 2000 (D.S. N°90/2000), norma que regula la calidad de los residuos líquidos descargados al mar fuera de la Zona de Protección Litoral (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). Además, el Plan de Emergencias y Contingencias ante un derrame de residuos líquidos contempla el muestreo y la medición periódica o semanal de esos residuos, el monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura antes de la descarga, el mantenimiento preventivo del emisario submarino, es decir, la tubería que conduce la descarga hacia el mar, y la capacitación del personal, con la detención de la Planta de Osmosis Inversa ante un derrame mayor (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 8, pp.8.51-8.52).

Sintetizando, la salinidad natural del mar en el sector es de entre 34,87 y 34,95 psu, y la operación del Proyecto genera un aumento promedio bajo el 1% respecto de esa salinidad natural; su exceso máximo,

de 3,98 psu, equivalente a un 11,39%, baja al 5% a 2,13 metros del punto de descarga, y la dispersión se dirige hacia sectores alejados de la costa. Los efectos adversos sobre los organismos ensayados comienzan a partir de 40,54 psu, por sobre la salinidad que genera la descarga. Las lagartijas y gaviotas del sector están registradas en la línea de base, y el Plan de Vigilancia Ambiental, que la Gobernación Marítima de Arica exige durante toda la operación, incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos. Para el área recreativa y de trabajo de buzos y pescadores, el acceso se mantiene libre durante la operación, y la restricción temporal de la construcción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. Finalmente, los productos químicos aplicados en la captación y el pretratamiento se neutralizan o transforman antes de la descarga, la salmuera queda libre de sustancias químicas añadidas y un Plan de Emergencias y Contingencias rige ante cualquier derrame.

Observación N° 200:

Impacto Económico al trabajador del mar: Destruiría muchos trabajos , los buzos, pescadores de orilla, recolectores, pescadores, asistentes de buzos, dejándolos sin trabajo siendo el único sustento económico que tenemos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto destruiría los trabajos de buzos, pescadores de orilla, recolectores, pescadores y asistentes de buzos, y que estos perderían su fuente laboral, que constituye su único sustento económico. Para responder, se presenta cómo el expediente reconoce a estos trabajadores y su actividad y, luego, qué ocurre con su trabajo durante la fase de construcción, junto con el compromiso y la condición asociados a esa etapa, y qué ocurre durante la fase de operación.

El expediente reconoce a cada uno de estos grupos y el peso económico de su actividad. La evaluación identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras, que agrupan a buzos mariscadores a pulmón, auxiliares de buzo, es decir, quienes asisten a los buzos en sus faenas, pescadores y recolectores de orilla (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.88, p.388), y la línea de base de medio humano registró cuatro sindicatos independientes de buzos a pulmón que reúnen a 120 integrantes (Adenda 1, Cuadro N°3.4, p.156). Las entrevistas a sus dirigentes registraron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar en caletas, mercados y ferias (Adenda 1, p.157). Entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla desembarcaron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y, entre 2016 y junio de 2024, los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

Durante la fase de construcción, las obras restringen de manera temporal y parcial una parte del sector, y el resto se mantiene disponible para cada uno de estos trabajos. Los recolectores y los pescadores de orilla, que trabajan a pie en los roqueríos y pescan peces de roca con línea de mano o caña desde la orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.68), pueden seguir llegando a la orilla desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas de la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM), es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra, que es la única obra que modifica el paso por la orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76) y cuya superficie se reduce de aproximadamente 1,10 a 0,48 hectáreas a lo largo de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24 y pp.27-28). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52). Los buzos, sus asistentes y los pescadores que salen en embarcación pueden rodear ese buffer para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del verano; las terrestres priorizan los días lunes, que corresponden al día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y durante cada tronadura submarina la evacuación rige solo en el mar y solo por los 20 minutos que dura el evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), con aviso de 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

En cuanto al recurso del que dependen estos trabajos, la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). Las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante, con recolonización de algas e invertebrados esperada en el sector intervenido en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51).

Esta restricción temporal y parcial fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, de modo que buzos, asistentes de buzo, pescadores, pescadores de orilla y recolectores conservan su trabajo y su sustento durante la construcción.

En esa etapa, el Compromiso Ambiental Voluntario “Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca”, es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, destinado

a equipamiento de pesca para la organización o sus socios (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp. 7.24-7.26). Además, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la PEAM queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). En cuanto a los recursos de los que depende este trabajo, el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). El plan incluye el monitoreo de la salinidad en 22 estaciones, de las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y de la fauna íctica, es decir, los peces, y el monitoreo semestral de los bancos naturales de recursos hidrobiológicos, es decir, de especies marinas que se extraen (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que buzos, auxiliares de buzo, pescadores, pescadores de orilla y recolectores pueden seguir trabajando en el sector y generando sus ingresos.

Visto lo anterior, los trabajos de buzos, auxiliares de buzo, pescadores, pescadores de orilla y recolectores de Arenillas Negras, cuya principal fuente de ingresos es la extracción y venta de productos del mar, continúan en ambas fases del Proyecto. En la construcción, recolectores y pescadores de orilla llegan a la orilla por ambos costados de la instalación de faenas y los roquerío se mantienen abiertos; buzos, asistentes y pescadores embarcados pueden rodear el buffer de seguridad, que coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección; las tronaduras se ejecutan fuera del verano, las terrestres priorizando el día de descanso de los pescadores y las submarinas en eventos de 20 minutos avisados con anticipación; y el banco de choro zapato se ubica a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos.

Esta restricción temporal y parcial corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, que se revierte al terminar las obras y en el que el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento para las siete organizaciones de pesca artesanal y la condición de avisaje que establece esta Dirección Regional. En la operación, la PEAM queda soterrada, la captación y la descarga quedan fuera de la ZPL, el emisario va enterrado en 298 de sus 367 metros, el banco natural de choro zapato será monitoreado por un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación y el acceso al sector es libre. Con ello, el trabajo en el mar puede seguir desarrollándose, y con él el sustento que genera.

Observación N° 201:

Impacto recreativo a la ciudadanía: Destruiría una playa donde va gente a bañarse, campistas, deportistas, buzos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto destruiría una playa a la que acude la ciudadanía a bañarse, acampar, practicar deportes y bucear. Para responder, se presenta primero qué ocurre con la playa misma durante la construcción y la operación del Proyecto y, luego, qué ocurre con cada uno de los usos mencionados: el baño, el camping, la práctica deportiva y el buceo.

Respecto de la playa, durante la construcción la única intervención que permanece en ella es la instalación de faenas, es decir, el recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la construcción, cuya superficie se reduce a medida que finalizan las distintas actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24). En el primer verano ocupa aproximadamente 1,10 hectáreas y 202 metros de los aproximadamente 941 metros de costa del camping, y en el segundo verano, aproximadamente 0,48 hectáreas y 101,3 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.169). Mientras permanece, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). Estas tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante; si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). Durante la operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), el emisario, es decir, la tubería que

devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80), y el acceso a la totalidad de la playa se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

En cuanto a quienes van a bañarse, durante la construcción la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas. En el mar rige, entre los meses 4 y 14 de la construcción, el buffer marino de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), y durante cada una de las cinco tronaduras submarinas rige una evacuación solo en el mar por los 20 minutos que dura cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54); en tierra, cada una de las nueve tronaduras terrestres aplica un área de seguridad durante sus 20 minutos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49). Fuera de esas áreas, el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción, y en la operación, con acceso a toda la playa (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre los campistas, el camping corresponde a un uso consolidado por más de siete décadas, desarrollado por familias de la comuna de Arica (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150), sobre una superficie de 5,48 hectáreas de playa (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.87). El análisis propio de esta Dirección Regional, realizado conforme al artículo 7 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el D.S. N°40/2012, con independencia de la calificación del Titular, estableció que la reprogramación de las tronaduras fuera del período estival mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción, con una superposición de la instalación de faenas del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86), de modo que el campamento puede seguir desarrollándose en el mismo lugar. Sobre esta actividad, el Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16). Esta Dirección Regional exige reforzar dicho compromiso con una franja de dos metros hacia el interior de la instalación de faenas, reservada como espacio libre de trabajo, y una franja de tres metros hacia el exterior, delimitada con cinta de peligro; y que, durante los períodos estivales, el Área de Secado y la Zona de Acopio se mantengan libres de suelos húmedos o en proceso de secado. Durante la operación, el camping puede seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la superficie de playa (Adenda Complementaria, p.314).

Respecto de los deportistas, en particular quienes practican surf y bodyboard, el antecedente a considerar es la ubicación de los sectores de práctica respecto del buffer marino de seguridad, que tiene una superficie de 75.500 metros cuadrados y cuyo período de vigencia coincide con el primer verano de obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). El expediente identifica tres sectores de práctica respecto de ese límite: el área de enseñanza, a 218,8 metros del buffer, y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). El expediente

consigna que el área de enseñanza y la ola izquierda quedan fuera del buffer de seguridad de las obras marítimas, por lo que la práctica y enseñanza de surf y bodyboard puede continuar desarrollándose en dichos sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.105). Conforme al análisis propio de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica de surf y bodyboard se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción. Por ello, se establece como condición que, antes de iniciar la etapa de construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para el segundo verano de construcción, las obras marítimas ya estarán finalizadas, por lo que la práctica deportiva puede seguir desarrollándose desde ese momento (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, p.7.18). El Titular contempla además, para el primer verano, el eventual traslado de los niños y adolescentes de las escuelas de surf a las playas Las Machas y Chinchorro (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.10, pp.7.17-7.18), y esta Dirección Regional establece que este traslado procederá si y solo si existe consentimiento de los profesionales a cargo de la escuela de surf y de los tutores o adultos responsables de cada menor. Durante la operación, la práctica de surf y bodyboard puede seguir desarrollándose con acceso a todos los sectores de oleaje utilizados en Arenillas Negras (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre los buzos, el buffer de seguridad de las obras marítimas coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52), y las embarcaciones pueden rodearlo para acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras submarinas implican una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), y cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). Esta restricción temporal de acceso al mar para pescadores, buzos y recolectores de orilla fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca" contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314), de modo que el buceo y la recolección pueden seguir desarrollándose.

Distinguidos los usos de la playa, durante la construcción la única intervención que permanece en ella es la instalación de faenas, que se reduce de 1,10 a 0,48 hectáreas y deja acceso a la orilla por el norte y por el sur. Las tronaduras se ejecutan fuera del verano e intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, con recolonización esperada en el sector intervenido. En la operación, la PEAM queda soterrada, el emisario va enterrado en su mayor parte y el acceso a toda la playa es libre. El baño puede seguir desarrollándose en la playa abierta, fuera del buffer marino y de las áreas de seguridad de 20 minutos de cada tronadura. En el camping, la instalación de faenas se superpone con el 20% y el 10% del territorio usado por los campistas en cada verano, con el compromiso de apoyo en condiciones de habitabilidad y las condiciones que exige esta Dirección Regional. El surf y el bodyboard se mantienen en sus sectores de práctica, con la condición de contar con los permisos de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. Para los buzos, la restricción de acceso corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo; durante esa restricción, el recurso se mantiene y la actividad puede continuar en la misma playa, con el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. Concluidas las obras, todos estos usos pueden seguir desarrollándose con acceso libre a toda la playa.

Observación N° 202:

Impacto ambiental al medio ambiente: La explosión ocasional, matara a todo pez por las explosiones submarinas, mata todo microorganismo marino, no se podrán bañar ni trabajar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que las explosiones submarinas del Proyecto matarían a todos los peces y a todos los microorganismos marinos, y que las personas quedarían impedidas de bañarse y de trabajar. Para responder, se describe primero cómo se ejecutan estas explosiones y luego qué ocurre con los peces y la fauna marina, con los organismos del fondo marino, con el baño y con el trabajo en el mar, durante la construcción y durante la operación.

Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, forman parte de la fase de construcción. Las tronaduras submarinas, que se realizan para excavar las zanjas de los tramos enterrados de las tuberías de captación y de descarga (Adenda Complementaria, p.10), son cinco, se ejecutan entre junio y la primera quincena de septiembre del primer año de obras, fuera del período estival, con un intervalo mínimo de tres semanas entre una y otra y una duración de 20 minutos cada una (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54), lo que suma 100 minutos en total (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.55). Las nueve tronaduras terrestres se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de construcción, con un intervalo mínimo de dos semanas entre una y otra y una duración de 20 minutos cada una (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49). Las tronaduras se limitan a la fase de construcción y concluyen con ella.

Respecto de los peces y la fauna marina, inmediatamente antes de cada tronadura submarina se realizan tiros falsos para alejar a la fauna móvil de la zona de intervención (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10). A ellos se suma una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire de doble anillo que rodea el sector rocoso que se detona, dentro de una zona de exclusión de 30 metros, y que se mantiene operando antes, durante y después de cada detonación para atenuar el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12). El estudio de ruido submarino consideró al lobo marino común, a las tortugas marinas y a la ballena jorobada (Adenda Complementaria, Cuadro N°7.5, p.615), y establece que, para que las tronaduras les generen daños fisiológicos, deben encontrarse a distancias menores a 100 metros de la detonación, por lo que ese efecto se evita restringiendo su ingreso a esa distancia mediante los tiros falsos (Adenda Complementaria, p.9). Para resguardar a los lobos marinos, antes de las faenas que generan ruido bajo el agua se recorre una zona de restricción de 300 metros en torno a la fuente y, ante la presencia de ejemplares, se sumerge un equipo acústico de disuasión, de modo que la maquinaria entra en funcionamiento una vez que esa zona está libre de lobos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.3, pp.7.8-7.9). El Proyecto cuenta además con un Protocolo de Rescate de Especies Hidrobiológicas para mamíferos marinos, aves marinas y costeras y reptiles marinos, cuyas acciones de rescate, manipulación o traslado se realizan bajo conocimiento del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) (Adenda Complementaria, pp.12-13). El efecto del ruido sobre los mamíferos marinos es de corto plazo, limitado al período de las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadros N°3.42 y N°3.43, pp.3.51-3.53).

En cuanto a los organismos del fondo marino, la alteración de las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, por la remoción de roca y la excavación de zanjas es local y puntual, circunscrita al entorno inmediato de las obras marinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.40, pp.3.49-3.50). En el borde costero, las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante; si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). La pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152) y será monitoreado durante la operación por el Plan de Vigilancia Ambiental (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805).

Sobre el baño, durante la construcción la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas, es decir, del recinto de obras, con acceso a la orilla desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). Durante cada tronadura submarina se aplica una zona temporal de evacuación marina de aproximadamente 114,9 hectáreas, frente a unos 1.503,5 metros de costa, solo por los 20 minutos que dura cada evento; esta evacuación se limita al mar,

manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). En tierra, cada tronadura terrestre aplica un área de seguridad durante sus 20 minutos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.10, p.49), y en el mar rige además, entre los meses 4 y 14 de la construcción, el buffer marino de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías submarinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51). Fuera de esas áreas y de esos lapsos, el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción, y durante la operación, con acceso a toda la playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Respecto del trabajo en el mar, el expediente identifica siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.18, p.220). Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21). La restricción temporal y parcial de acceso al mar que generan el buffer de seguridad y las evacuaciones por tronadura fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314), y conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso y su hábitat se mantienen, de modo que la pesca, el buceo y la recolección de orilla pueden seguir desarrollándose.

Planteado así el alcance de las explosiones, las tronaduras submarinas son cinco eventos de 20 minutos, que suman 100 minutos fuera del verano y se limitan a la construcción. Los tiros falsos alejan a la fauna móvil de la zona de cada detonación y la cortina de burbujas atenúa el ruido y las ondas de choque; para los mamíferos y las tortugas marinas evaluados, el daño fisiológico puede producirse a menos de 100 metros, distancia de la que los alejan los tiros falsos, con la disuasión de lobos marinos y el protocolo de rescate como resguardos adicionales. La alteración de los organismos del fondo marino es local y circunscrita al entorno de las obras, y la roca removida, el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, se pierde, con recolonización esperada. El baño puede seguir desarrollándose fuera de la instalación de faenas, del buffer marino de las obras y de las áreas de seguridad que rigen durante los 20 minutos de cada tronadura, y la restricción al trabajo corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al

acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, durante el cual el recurso se mantiene. En la operación, el baño y el trabajo cuentan con acceso libre.

69. Observante: Fernando Rene Orellana Villaroel

Observación N° 203:

Los daños ambientales irreversibles que pueden generar las plantas desalinizadoras: La industria de extracción de agua de mar puede producir efectos nocivos en el ecosistema y la biodiversidad marina, lo cuales pueden ser irreversibles si no se toma en consideración la conservación y protección del océano en las políticas públicas para su implementación.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)"*.

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

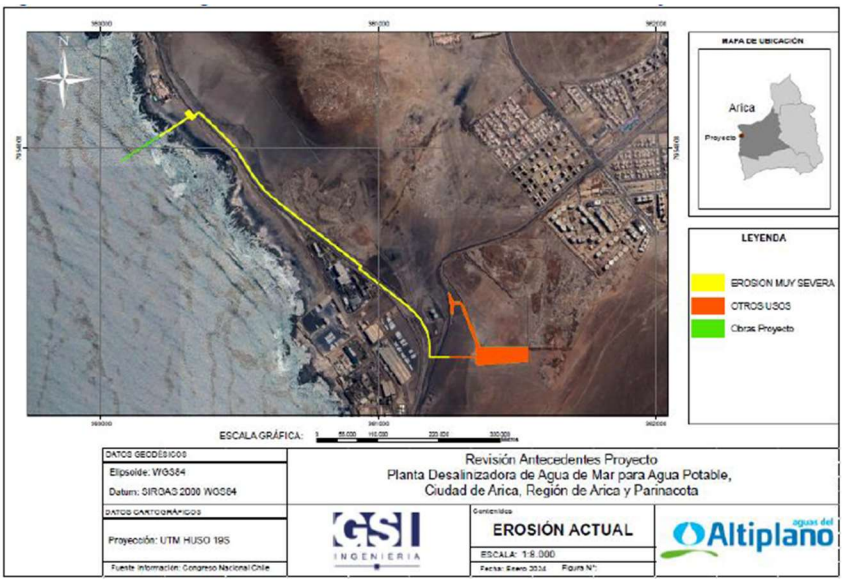
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

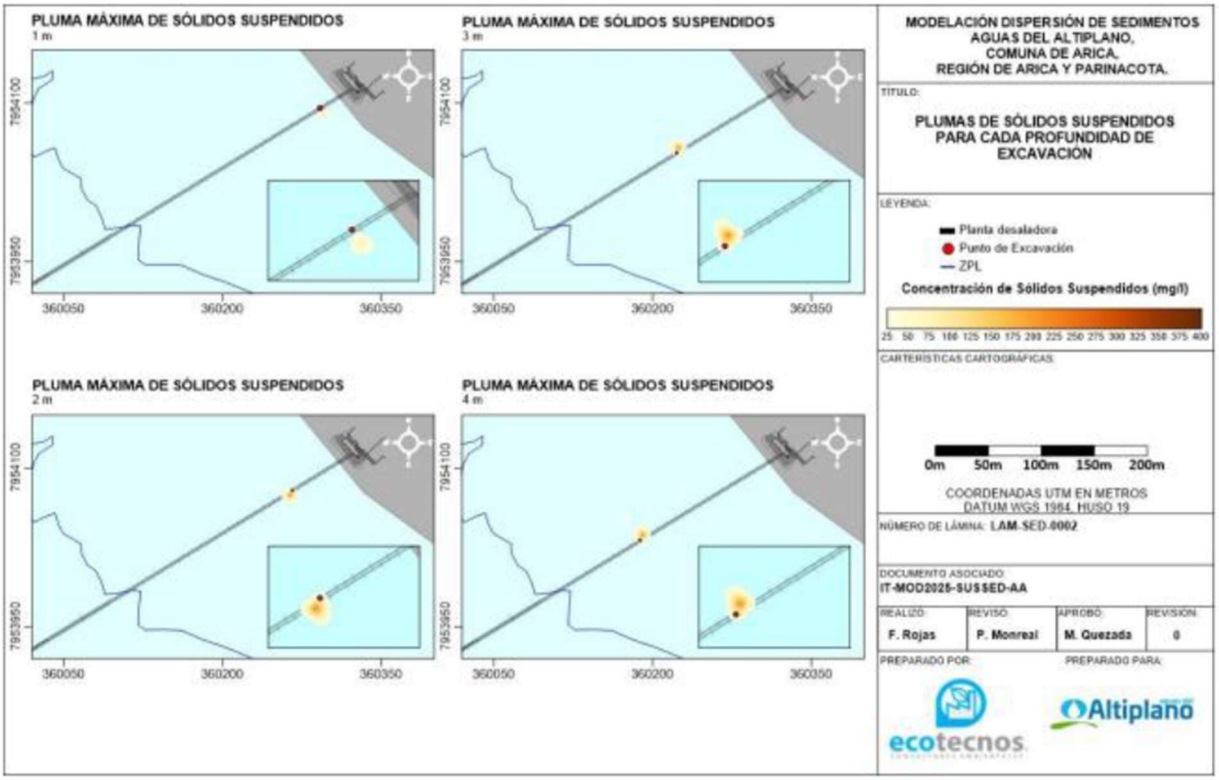
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

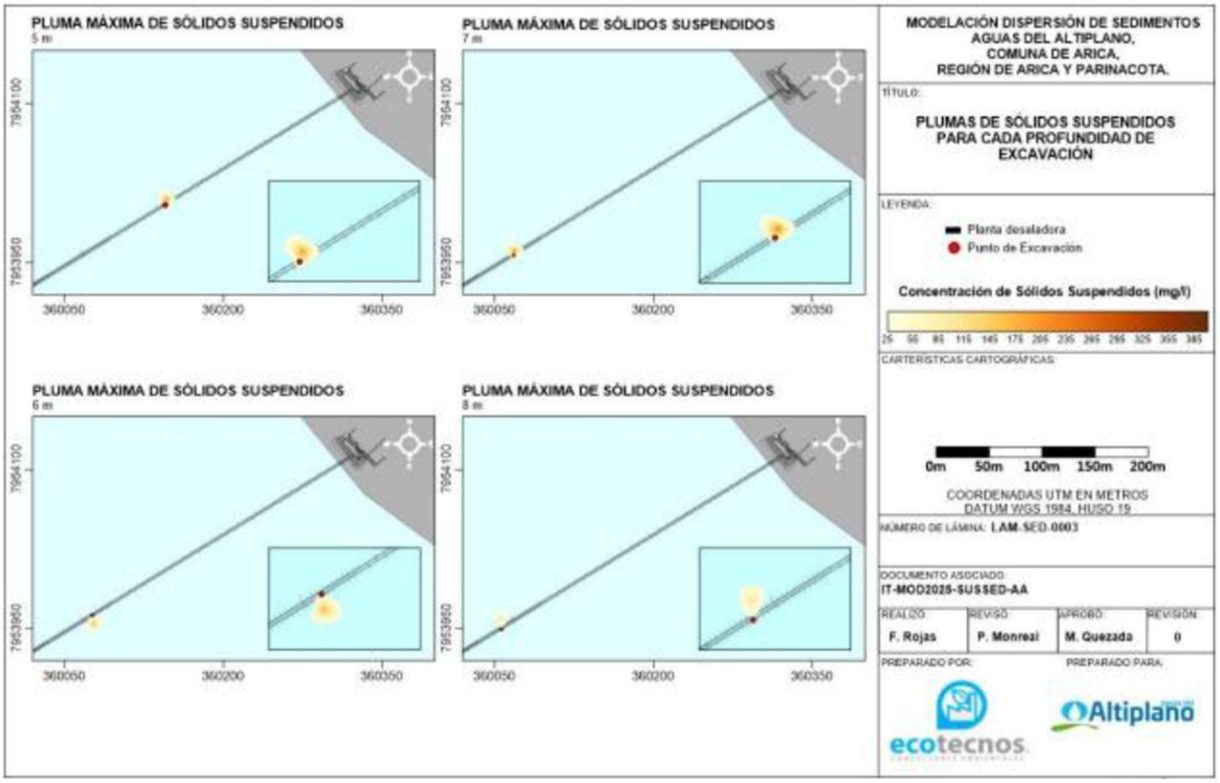
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico44

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

44 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual45

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

54. 29,5 [m] para actividades de perforación;

55. 34,3 [m] para actividades de dragado;

56. 533 [m] para actividades de embarcación;

57. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

58. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

45 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

59. 2 [m] para actividades de perforación;

60. 3 [m] para actividades de dragado;

61. 11 [m] para actividades de embarcación;

62. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

63. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

64. 613,17 [m] para actividades de perforación

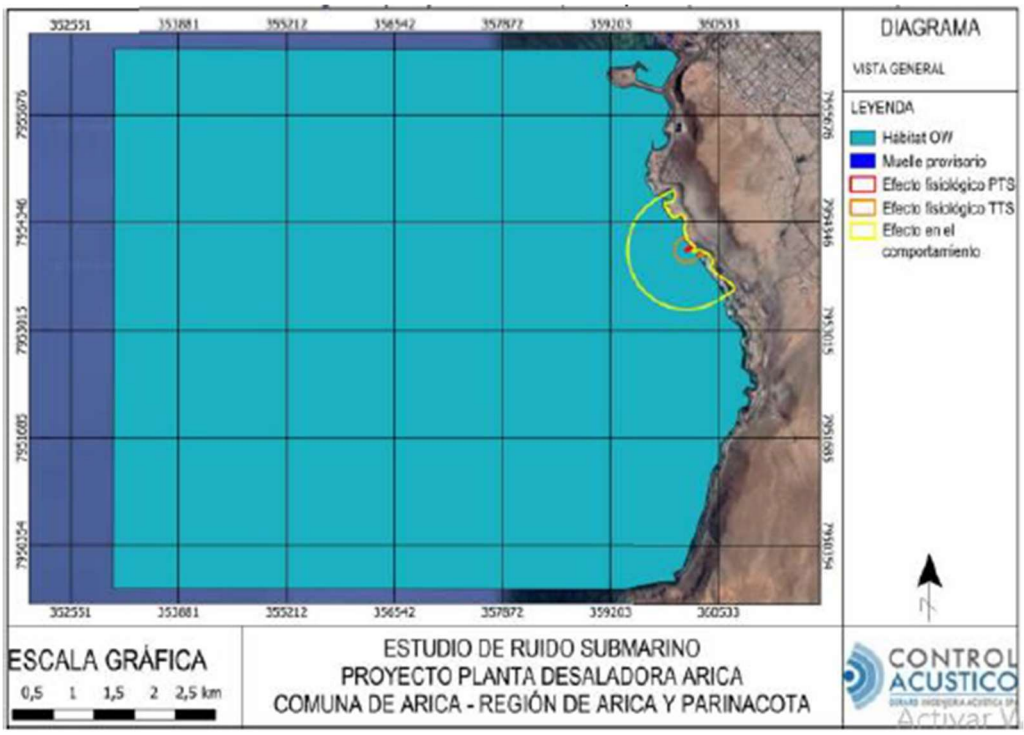
65. 730,36 [m] para actividades de dragado;

66. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

67. 3094 [m] para actividades de tronaduras

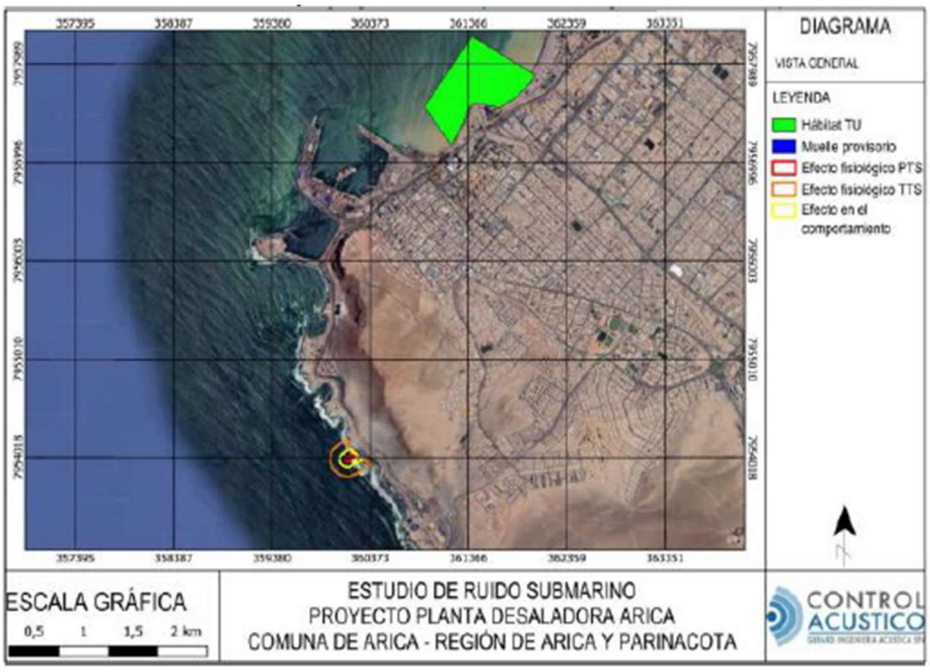
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



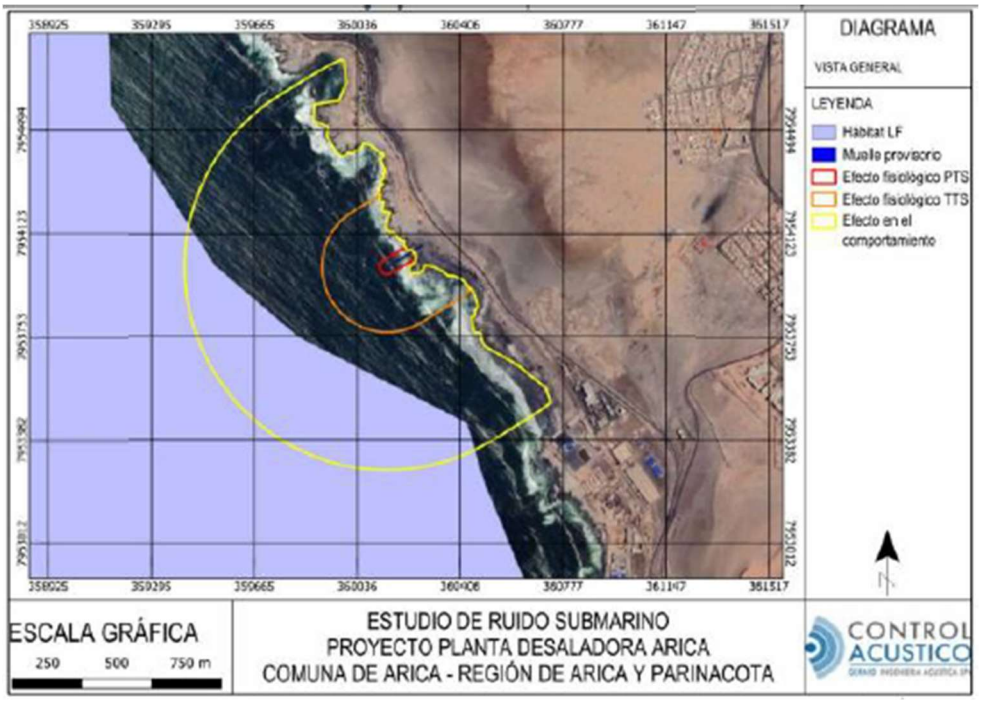
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

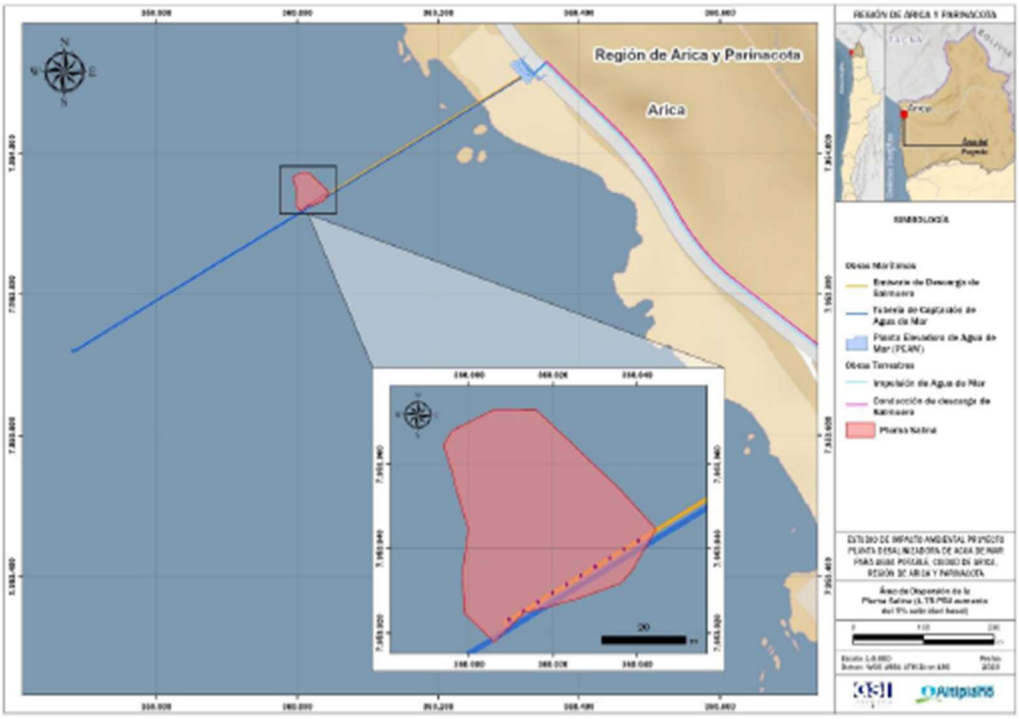
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

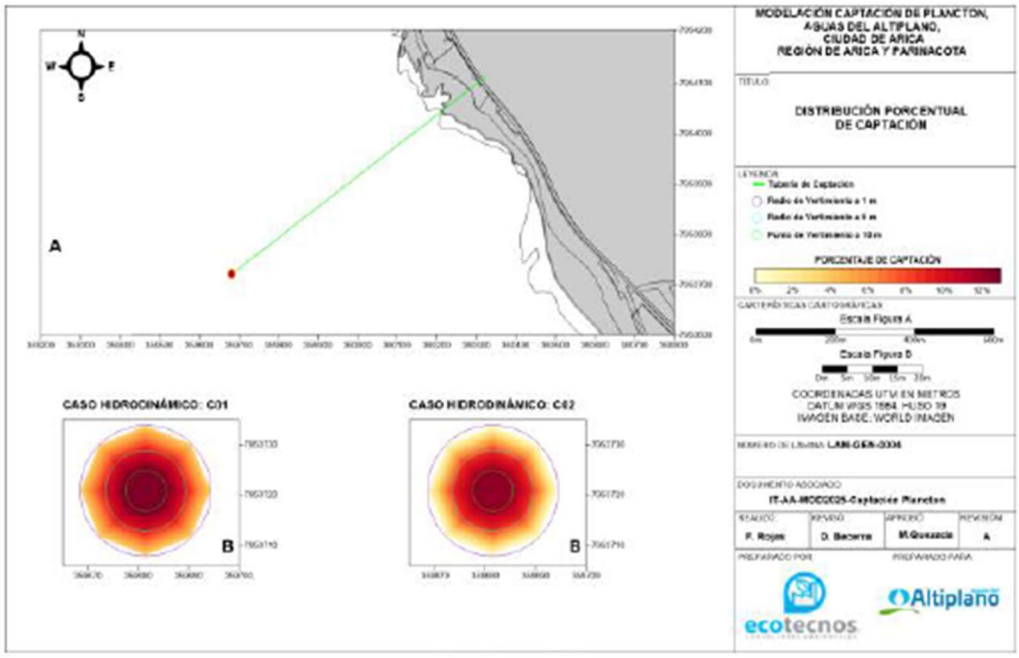
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 204:

La Salmuera: Salmuera en compuesto mayor al 5% de sal diferencia del agua de mar la cual contiene alrededor de 3.5 de sal. Dicho residuo es capaz de disminuir los niveles de oxígeno en el agua de mar alrededor de la desaladora, causando impacto sobre peces, moluscos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

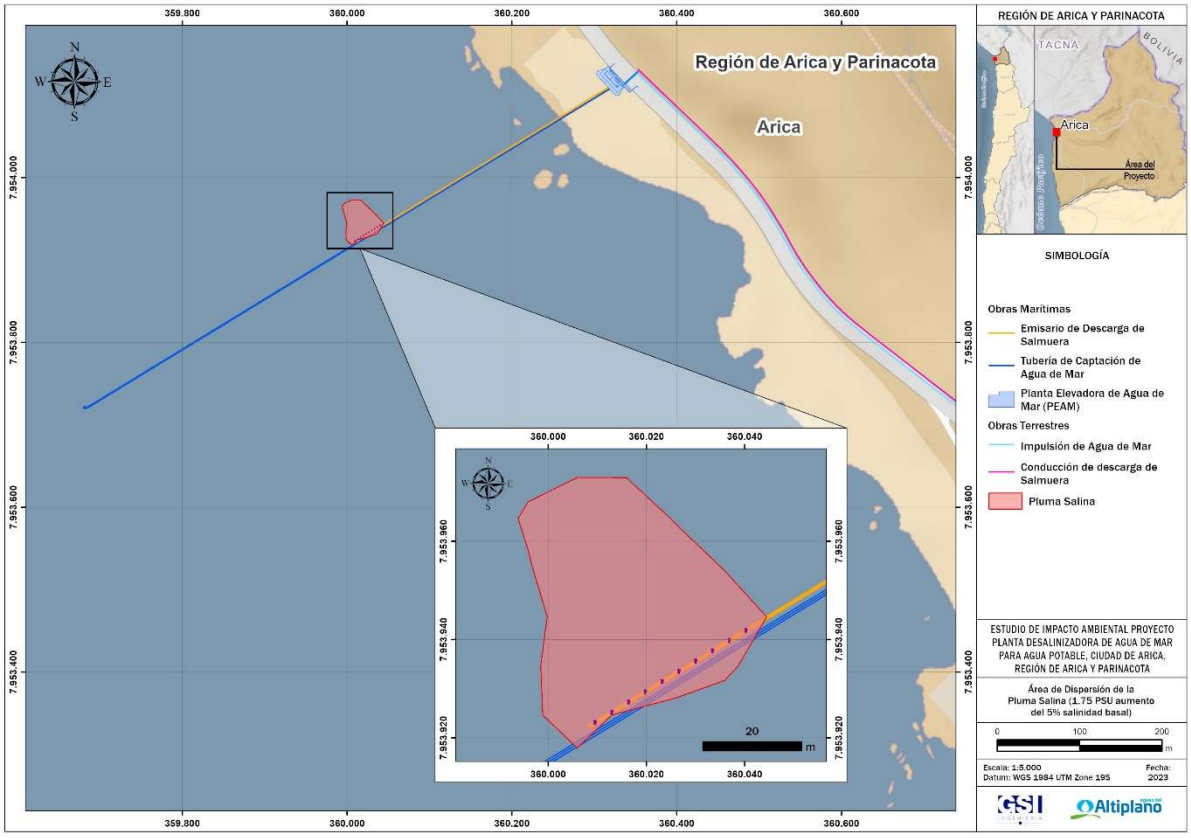
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En este sentido, este aumento en la salinidad puede, en efecto, generar una disminución en los niveles de oxígeno disuelto en las inmediaciones del punto de descarga. Sin embargo, para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica

en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

68. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

69. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 205:

La Osmosis inversa: Es el método más utilizado para desalar agua de mar, la aplicación de presión para obligar al agua a pasar por una membrana que tiene la finalidad de filtrar las sales y especies siendo para nada amigable con el ecosistema, los organismos pueden ser arrastrados, atrapados o incluso morir.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos

no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

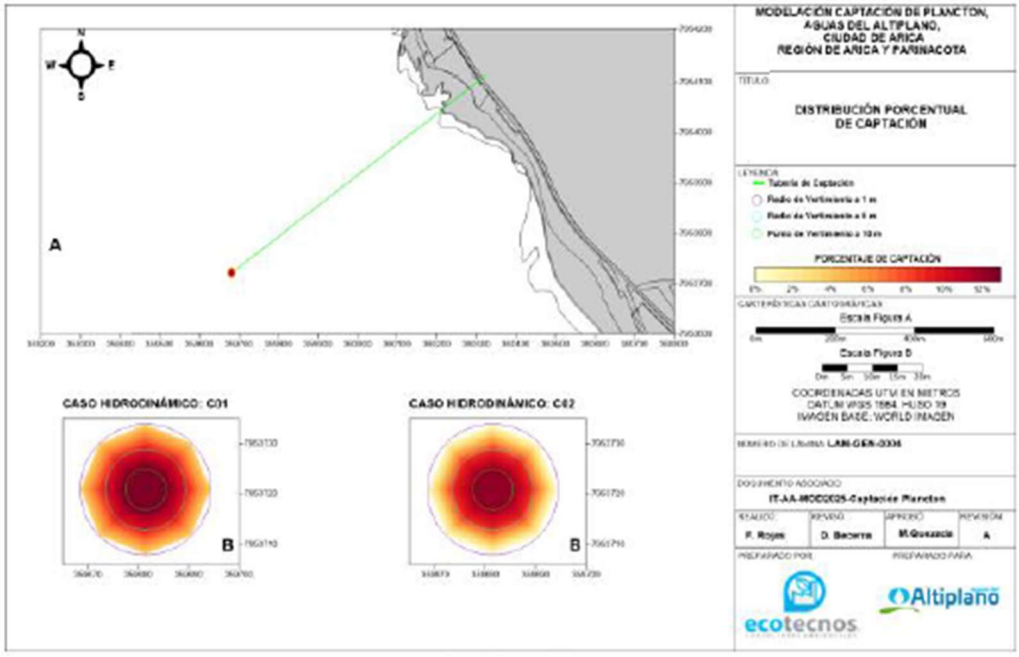
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas"*.

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Por otra parte, teniendo en cuenta lo establecido en la letra f) del punto 8.9.1.2 del Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Emergencias y Contingencias considera la probabilidad de captura no deseada de fauna marina y prepara un protocolo de acción frente a su ocurrencia como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla: Existencia de fauna marina en la captación

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
Riesgo o Contingencia	Ante emergencias que involucren a una captura involuntaria de especies marinas por la captación de agua de mar
Fase del Proyecto a la que aplica	En la fase de operación

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	Captación de agua de mar
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de la captura no deseada de especies marinas, que puedan afectar el medio ambiente marino. Las medidas de prevención son las siguientes: 70. Existe un domo con un diámetro mayor a la tubería de captación de agua de mar, con una protección para evitar que alguna especie marina ingrese al sistema de aducción 71. La torre de captación de agua de mar está diseñada para resistir un evento sísmico o alguna amenaza externa. 72. Realizar inspección y/o mantenimiento preventivo a la torre de captación de agua de mar, y a la protección utilizada para evitar que alguna especie marina ingrese al sistema de aducción Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos
Forma de control y seguimiento	73. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 74. Registro sobre inspecciones y/o mantenimiento preventivo
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a la captura no deseada de especies marinas, que pueda afectar el medio ambiente marino. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 75. El jefe de turno deberá avisar en forma inmediata al Jefe de Emergencia, sobre la presencia de especies marinas en la cántara de agua de mar. 76. El Jefe de Emergencia solicita apoyo al asesor y personal técnico para revisar la posible rotura de la malla exterior que protege el ingreso de especies marinas al sistema de aducción. En caso de rotura, solicita la reparación apoyada por una

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
	empresa externa 77. Dependiendo de la magnitud de la emergencia (nivel 2 o 3), el Jefe de Emergencia informa al Encargado de la Oficina de SERNAPESCA, que se detectó la captura no deseada de especies marinas 78. El Jefe de Turno junto al Jefe de Emergencia inspeccionan la zona en la cual se detectó la presencia de especies marinas, a fin de evitar cualquier posible daño mayor, producto de la operación de los equipos. Luego, se restringe el acceso al sector 79. En el caso de animales o especies marinas de mayor tamaño, el Jefe de Emergencia solicita al personal especializado y autorizado de SERNAPESCA, la ejecución de labores de rescate. Estos procederán a intentar la captura del animal marino mediante el uso de carnada y una jaula. La técnica apropiada será evaluada y aplicada por personal de SERNAPESCA 80. Se inmovilizará el ejemplar mediante red y lazos para su ingreso a la jaula de contención. Se realizará una evaluación del animal, la que será efectuada por el personal de SERNAPESCA 81. El personal de SERNAPESCA se trasladará por su cuenta a la Planta Desaladora Norte 82. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento
Forma de control y seguimiento	83. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual 84. Registro o informe de emergencia
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	Asimismo, el Titular se compromete a dar aviso a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y a SERNAPESCA de la jurisdicción dentro de las primeras 24 horas contadas desde el inicio del incidente y, a su costa, prestar apoyo veterinario si fuese necesario.

Riesgo: Probabilidad de captura no deseada de fauna marina	
	De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra f, Anexo 8 Adenda Extraordinaria

Observación N° 206:

Mi trabajo de pescador artesanal: Hay que pensar que la vida marina se encuentra dentro de las primeras 10 millas, es ahí donde se reclutan los peces y viven su vida por lo que si alteras ese especio después no tendrás pesquerías y vida en el puerto, ni fauna sostenible y sustentable.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea, desde el trabajo de un pescador artesanal, que la vida marina se encuentra dentro de las primeras 10 millas, donde se reclutan los peces, y que alterar ese espacio afectaría las pesquerías, la vida del puerto y la sostenibilidad de la fauna. Para responder, se presenta cómo el expediente reconoce esa pesca, qué espacio marino ocupa el Proyecto, qué ocurre con el reclutamiento de los peces y con la fauna marina, qué ocurre con el trabajo de los pescadores y la venta de sus productos en la operación y en la construcción, y cómo se verifica todo ello en el tiempo.

El expediente reconoce la pesca artesanal que se desarrolla cerca de la costa. Las entrevistas a las organizaciones de pesca identificaron una pesca cercana al borde costero que opera desde la Isla Alacrán hacia el sur, pasando por Arenillas Negras, con especies de interés como los peces de roca y pelágicos cercanos, es decir, los que viven en la columna de agua, entre ellos el mono, la cojinoba, el jurel, el roncacho y la cabinza, y con el lenguado, la corvina y el sargo como los de mayor valor comercial (Adenda Complementaria Extraordinaria, pp.206-207).

Respecto del espacio marino que ocupa el Proyecto durante la fase de operación, que es su etapa permanente, la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610). El emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La salinidad natural del mar en el sector varía entre 34,87 y 34,95 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua

(Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.10). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). El exceso máximo de salinidad, de 3,98 psu, equivale a un 11,39% sobre la salinidad natural y baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8), y los ensayos de dispersión con trazadores, es decir, sustancias que permiten seguir el recorrido del agua descargada, muestran que la dispersión se dirige hacia sectores más alejados de la costa (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.12). Bajo las condiciones climáticas proyectadas para 2027-2044, los cambios de salinidad se mantienen bajo el 1% en promedio y los aumentos superiores al 5% se restringen a las inmediaciones de la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.166).

En cuanto al reclutamiento de los peces, el expediente evaluó específicamente el efecto de la captación de agua de mar sobre los huevos y larvas de peces y otros organismos. Para ello se analizaron 38 muestras de agua de mar obtenidas en febrero de 2025 y, a partir de las densidades de huevos y larvas registradas, se estimó la biomasa de adultos equivalentes que la captación restaría a la población, cálculo conocido como Pérdida de Adulto Equivalente (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.62-2.63). En el caso de la anchoveta, este análisis estimó una pérdida mediana de 0,43 toneladas para un mes de operación a caudal máximo, en una región cuyo desembarque de anchoveta alcanzó 93.225 toneladas en 2023 (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.64). La velocidad de succión de la captación se mantiene por debajo de 0,15 metros por segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.62), menor que la velocidad de nado de los peces costeros, que va de 0,3 a 0,5 metros por segundo en peces pequeños, de 10 a 20 centímetros, y de 0,5 a 1,2 metros por segundo en peces de tamaño medio, de 20 a 40 centímetros, lo que les permite alejarse activamente de la zona de captación (Adenda 1, p.53). En el caso de la corvina, una de las especies de mayor valor comercial, esta libera sus huevos en la columna de agua, donde flotan, de modo que su reproducción es independiente del tipo de fondo, y es una especie móvil, que se desplaza a lo largo de la costa (Adenda Complementaria, p.181).

Sobre la fauna marina, los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos de la base de la cadena alimentaria, un pequeño crustáceo y una microalga, a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 psu, valor superior a la salinidad que genera la descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). En cuanto a lo que se descarga al mar, durante la operación la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El

hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

En cuanto al trabajo de los pescadores y la vida del puerto, la principal fuente de ingresos de las organizaciones de pesca proviene de la extracción y venta de productos marinos, que se venden directamente en caletas, mercados locales y ferias (Adenda 1, p.157). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), de modo que la pesca artesanal, y con ella la venta de sus productos, puede seguir desarrollándose.

Durante la fase de construcción, la pesca continúa, con una restricción temporal y parcial de acceso propia de las obras marítimas. La instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, de 7,55 hectáreas, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), que las embarcaciones pueden rodear para llegar a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). En las tronaduras submarinas, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca bajo el agua, se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector rocoso que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12), junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10). En esta etapa, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Junto con ello, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Estas condiciones se verifican en el tiempo mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación, cuyo objetivo es "detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.1). El plan monitorea la

salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, es decir, el agua entre la superficie y el fondo, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, y la fauna íctica, es decir, los peces, y semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). Incluye, además, el análisis en laboratorio de muestras de zooplancton e ictioplancton, es decir, de huevos y larvas de peces (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, p.23). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Contrastados estos antecedentes con lo planteado, el expediente reconoce la pesca artesanal que se desarrolla cerca de la costa, incluido Arenillas Negras. En la operación, la captación y la descarga se ubican fuera de la Zona de Protección Litoral, el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% y estable, también con el clima proyectado, y los aumentos superiores al 5% se restringen a las inmediaciones de la descarga. El efecto de la captación sobre huevos y larvas fue estimado específicamente, la captación opera a una velocidad menor que la de nado de los peces y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga. Con acceso libre en la operación, la pesca y la venta de sus productos en caletas, mercados y ferias pueden seguir desarrollándose, y en la construcción la pesca continúa, con un buffer temporal que puede rodearse, el apoyo en equipamiento y la condición de avisaje. El Plan de Vigilancia Ambiental, exigible durante toda la operación, verifica estas condiciones, incluidos los peces y sus huevos y larvas.

70. Observante: Carlos Diego Pinto Cordova

Observación N° 207:

Impacto ambiental al borde costero. Muerte al ecosistema marino. Perdida del ecosistema económico. Perdida de Playa Arenillas Negras.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada, se informa que el Titular del Proyecto ha presentado el diseño de una serie de medidas para gestionar los posibles impactos en el ecosistema marino y la vida económica de la región.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

85. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
86. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
87. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
88. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (*Otaria flavescens*)", *cuyo objetivo es "disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Además, se presentó el CAV "*Protección de la Fauna Marina mediante Cortina de Burbujas durante Tronaduras*" cuyo objetivo es "*atenuar la propagación del ruido impulsivo generado por las*

tronaduras submarinas, reduciendo la exposición acústica de la fauna marina potencialmente presente en el área de intervención" (ver Cuadro 7.6 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

89. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
90. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
91. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

92. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
93. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

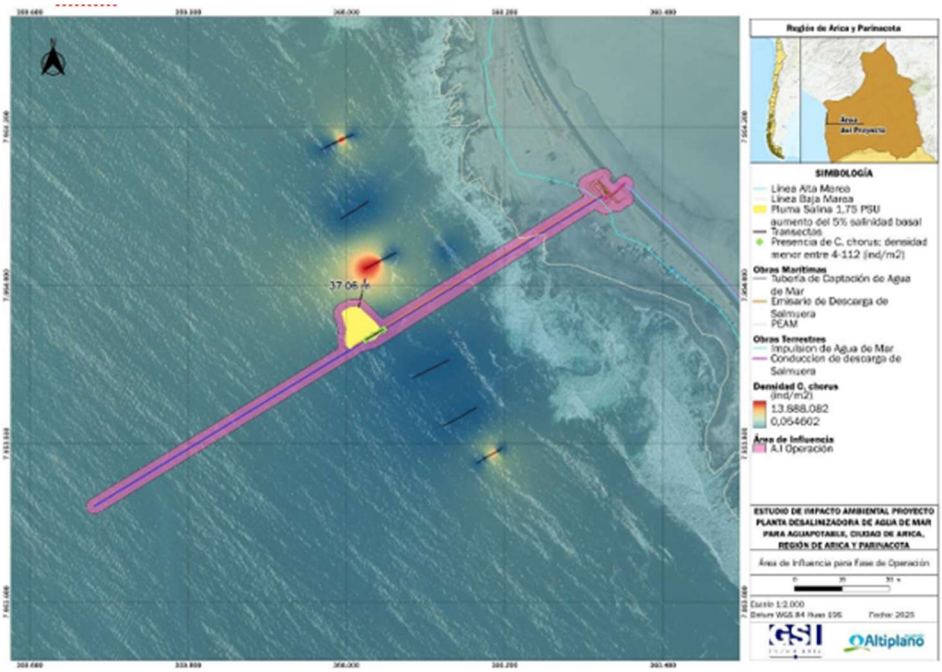
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico

en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento

modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del Proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permitirán verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

94. Seguimiento de calidad de agua.
95. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
96. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
97. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
98. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

99. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    4. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    5. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    6. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

100. Seguimiento de biota marina
    19. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    20. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    21. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

7. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
8. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
9. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
10. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
11. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

101. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.
102. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la

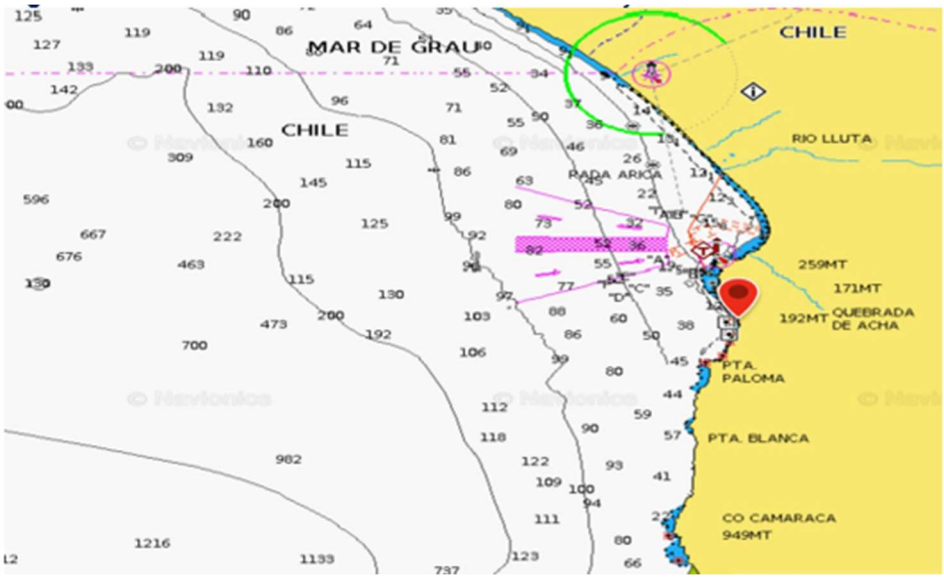
región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

En cuanto a la caracterización realizada respecto del uso actual del área, de acuerdo con la información recopilada por el Titular y presentada durante la evaluación ambiental del Estudio, este sector es utilizado como zona de acceso al mar y área de trabajo, donde se desarrollan distintas actividades relacionadas con la extracción de recursos marinos. Las actividades se realizan tanto desde la orilla como desde embarcaciones menores, dependiendo del tipo de recurso que se busca y de las condiciones del mar. Entre las principales actividades que se desarrollan en el litoral cercano a Arenillas Negras se encuentran la pesca artesanal, generalmente desde embarcaciones menores; buceo mariscador, mediante el cual se extraen recursos desde el fondo marino y recolección de orilla, que consiste en la extracción manual de recursos en la zona intermareal. Las actividades no se concentran en un solo punto, sino que se desarrollan a lo largo del litoral y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones del mar.
En relación con las profundidades en que se desarrollan estas actividades, se puede distinguir lo siguiente:

3. Entre el veril 1 y 30 metros de profundidad: En este rango se concentran principalmente las actividades de buzos mariscadores y recolectores de orilla, ya que corresponde a zonas más cercanas a la costa donde habitualmente se encuentran los recursos que recolectan.
4. Entre el veril 30 y 50 metros de profundidad: En este rango, de mayor profundidad, las actividades son realizadas principalmente por pescadores artesanales, quienes operan en un área más amplia del mar y acceden a recursos que se encuentran en estos sectores.

Estos rangos de profundidad no son exclusivos del sector del Proyecto, sino que se extienden a lo largo de todo el litoral de Arica, formando parte de la configuración natural de la costa, lo que se puede observar en la siguiente figura elaborada a partir de información oficial, donde se muestra la continuidad de estos veriles en el borde costero:

Figura. Profundidades del mar en costas cercanas al Proyecto.



Fuente: Gisoc, Con Base En Software Navionics. El Sector Donde Se Ubica El Proyecto Se Indica En Color Rojo. Los Metros De Profundidad Se Indican En Números Asociados A Las Líneas Batimétricas.

Como se puede ver, el área donde se emplaza el Proyecto corresponde a una parte del litoral donde estas actividades se desarrollan de manera habitual, al igual que en otros sectores de la costa.

Durante la fase de construcción del Proyecto se desarrollarán diversas obras en el borde costero y en el sector marino frente a Playa Arenillas Negras. Estas actividades implican una interacción con las labores que habitualmente realizan pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, principalmente debido a la ocupación temporal de un sector específico del mar y a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la ejecución de las obras. La interacción se produce porque, mientras se ejecutan los trabajos, será necesario establecer áreas de resguardo en torno a las faenas marítimas. Estas áreas corresponden a zonas acotadas en las que, por motivos de seguridad, se restringe temporalmente el tránsito de embarcaciones y el acceso de personas. Su implementación responde a prácticas habituales en este tipo de proyectos y tiene por finalidad evitar accidentes durante el desarrollo de actividades constructivas.

Adicionalmente, el Proyecto contempla la ejecución de tronaduras controladas, las cuales constituyen actividades puntuales y de corta duración. Durante su realización, las zonas de seguridad pueden ampliarse momentáneamente, con el objetivo de proteger tanto a trabajadores como a terceros que pudieran encontrarse en las cercanías. No obstante, una vez finalizada cada tronadura, estas restricciones se levantan y el área vuelve a quedar disponible para su uso habitual. Las actividades de pesca, buceo y recolección no se desarrollan de manera fija en un único punto del litoral, sino que se distribuyen a lo largo de la costa y abarcan distintos rangos de profundidad, dependiendo del tipo de recurso que se busca extraer y de las condiciones del mar. En este sentido, el área específica donde se ejecutarán las obras corresponde solo a una fracción del espacio total utilizado por los pescadores y recolectores.

De esta forma, durante la fase de construcción, la interacción entre el proyecto y las actividades pesqueras y recolectoras se caracteriza principalmente por la existencia de restricciones temporales y localizadas en el acceso a un sector acotado del mar, manteniéndose disponible el resto del litoral para el desarrollo de estas actividades.

Una vez finalizadas las obras de construcción, cesan las actividades en el mar asociadas a la ejecución del Proyecto, por lo que desaparecen las zonas de resguardo y no se requieren nuevas restricciones de acceso. En consecuencia, el borde costero y el espacio marino vuelven a estar completamente disponibles para el desarrollo de las actividades habituales de pesca, buceo y recolección. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En la fase de operación, la principal interacción del proyecto con el medio marino corresponde a la descarga de salmuera, que es el flujo de agua de mar con una mayor concentración de sales generado por el proceso de desalinización. Al respecto, es importante precisar que la salmuera generada por el proyecto presenta una salinidad que es aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar del sector. Considerando que la salinidad natural es del orden de 34,9 g/L, esto implica que la salmuera alcanza valores cercanos a 36,6 g/L, lo que representa un incremento acotado respecto de las condiciones de base del medio marino.

Con el objetivo de evaluar si esta diferencia puede generar efectos en los organismos marinos, se realizaron estudios de toxicidad con especies representativas. Los resultados indican que no se observan efectos en condiciones naturales del mar, y que los efectos de mayor relevancia en los organismos se presentan recién a salinidades del orden de 44 g/L, es decir, a concentraciones significativamente superiores a las que genera la salmuera del proyecto.

Al comparar estos valores con la salinidad de la salmuera, se observa que esta se encuentra muy por debajo de los niveles en los que se producen efectos en los organismos, lo que permite descartar la ocurrencia de efectos tóxicos asociados al incremento de salinidad. Adicionalmente, en condiciones reales de operación, la salmuera descargada no permanece concentrada, ya que al ingresar al mar se mezcla rápidamente con el agua circundante. Este proceso de dilución ocurre en un área cercana al punto de descarga, reduciendo aún más la salinidad en cortas distancias y evitando que se mantengan concentraciones elevadas en el tiempo o en sectores más amplios.

En este sentido, las condiciones necesarias para generar efectos en organismos marinos no se alcanzan en el área de influencia del proyecto, ni espacial ni temporalmente. Por lo tanto, la descarga de salmuera no genera una alteración relevante en la calidad del agua ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos.

En consecuencia, durante la fase de operación no existen restricciones de acceso al mar, las actividades de pesca, buceo y recolección pueden desarrollarse con normalidad, y las condiciones del medio marino se mantienen comparables a las existentes previamente.

A partir del análisis presentado, es posible evaluar si el proyecto genera efectos sobre las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla que se desarrollan en el sector de Arenillas Negras:

3. En primer lugar, durante la fase de construcción, las principales interacciones identificadas corresponden a restricciones temporales de acceso al mar en el área donde se ejecutarán las obras. Estas restricciones se deben a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la realización de actividades como trabajos marítimos y tronaduras controladas. No obstante, dichas restricciones presentan características acotadas, tanto en el tiempo como en el espacio. En efecto, se aplican únicamente durante el período en que se desarrollan las obras y se limitan al área directa de trabajo, la cual corresponde a una porción reducida del litoral. Considerando que las actividades de pesca, buceo y recolección se desarrollan a lo largo de toda la costa y no se concentran en un único punto, estas restricciones no impiden la continuidad de dichas actividades en otros sectores cercanos. Asimismo, una vez finalizadas las obras, cesan completamente estas restricciones, permitiendo que el área intervenida vuelva a estar disponible para su uso habitual.
4. Durante la fase de operación del proyecto, no se generan restricciones de acceso al mar, por lo que las actividades pueden desarrollarse con normalidad. En esta fase, la única interacción relevante corresponde a la descarga de salmuera, la que presenta un aumento acotado de salinidad respecto de las condiciones naturales del mar (del orden de un 5%), alcanzando valores cercanos a 36,6 g/L. Estos niveles se encuentran muy por debajo de las concentraciones en las que se generan efectos en organismos marinos, los cuales se presentan recién a valores cercanos a 44 g/L. Adicionalmente, la descarga de salmuera se diluye rápidamente en el medio marino, reduciendo su concentración en un área cercana al punto de descarga y evitando que se mantengan niveles elevados en el tiempo o en sectores más amplios.

Por lo anterior, no se prevé una alteración en la calidad del agua, ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos, que sustentan las actividades de pesca y recolección, tanto en la fase de construcción, como de operación. En síntesis, el Proyecto:

- No genera una pérdida permanente del acceso al mar;
- No implica la desaparición ni disminución significativa de los recursos hidrobiológicos; y
- No altera las condiciones que permiten el desarrollo de las actividades tradicionales del borde costero.

En consecuencia, se concluye que el proyecto no produce efectos significativos sobre los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos vinculados a la pesca artesanal y recolección de orilla, ya que las interacciones identificadas son de carácter temporal, acotadas espacialmente y no afectan de manera permanente el uso del territorio ni los recursos asociados.

Por último, el Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda) que se implementará tiene como fin garantizar que la comunidad tenga un rol activo en la supervisión del Proyecto, al incluir talleres informativos, recorridos para los residentes y un canal de comunicación constante, lo que asegura la transparencia y la inclusión de la comunidad en el proceso.

71. Observante: Agrupación Social Cultural Recreativa y Ambientalista Arenillas Negras

Observación N° 208:

Agrupación Social Cultural Recreativa y Ambientalista, Arenillas Negras Impedimento de tradiciones familiares que acampan en la Playa Arenillas Negras: el tiempo que demora la construcción de la desaladora es de 30 meses según su tríptico que en el periodo estival podamos acampar en un espacio de uso público, tradición que llevamos a cabo por más de 5 décadas. ¿Qué medidas de protección va a tener con la biofauna de la playa?: Sin duda alguna la biofauna marina de Arenillas Negras se va a ver afectada por la succión de agua marina, como larvas, huevos, plancton, moluscos en crecimiento, considerando que Arenillas Negras es una playa rica en mariscos que son consumidos por las familias. Efectos secundarios de los desechos que serán vertidos al mar: Los productos químicos que utilizaran para limpiar las tuberías no solo afectaran a la biofauna, sino también a las personas que hacemos uso de la playa como pescadores, mariscadores, deportistas, y las familias que acampamos en el lugar. Esta desaladora afectara la fuente de trabajo de mariscadores y pescadores: Las consecuencias a largo plazo va a afectar la economía de pescadores y mariscadores que extraen los recursos del fondo marino, con el cual obtienen el sustento para sus familias, muchos de ellos pertenecen a nuestra agrupación. En relación con las tronaduras: Se proyecto contempla dinamitar el lugar para poner las dos tuberías de succión y la de descarga de salmuera y que previo a este procedimiento van a perturbar y disuadir a los animales que nadan y vuelan, pero en el lugar hay una biofauna que de igual manera se va a ver afectada significativamente y que permanece estática en el lugar afectado por su proyecto. Daños provocados al mar a largo plazo: Los daños provocados por la construcción de las desalinizadoras ya construidas en el país ya se pueden ver en videos que circulan en internet y estudios que muestran los impactos negativos de una planta desalinizadora, por esta razón no queremos que las futuras generaciones hereden un mal estéril producto de la contaminación vertida al mar de agentes químicos, salmuera, aumento de la temperatura del mar. En relación a las corrientes marinas, la descarga de salmuera a 300 mts es insuficiente: cada vez que uno va a la playa Arenillas Negras ya sea de paseo o acampar puede ver como la arena cambia de lugar en las diferentes estaciones del año, algunas veces las rocas están al descubierto en un sector y otras veces tapadas en arena. Si las corrientes son capaces de mover tanta arena también lo va a hacer con la descarga de salmuera y químicos y va a llevar todo eso a la orilla contaminando los bancos de almejas, choros, lapas, locos, piures que se encuentran en la orilla, por lo que descargar a 300 mts de la orilla nos hace pensar que es insuficiente la distancia que ustedes tiene considerada en su proyecto. Otro punto para considerar es que Arenillas Negras tiene forma de bahía por lo que el oleaje va en dirección a la playa cuando bajen los ríos a la orilla llegan ramas, troncos, residuos plásticos de las plantaciones de los valles de Camarones, Caleta Vitor, mangueras de regadío y plástico, con mayor razón va a llegar la salmuera a la orilla. Zona de sacrificio, playa Arenillas Negras: Esta concurrida playa por muchos años ha sido una zona de sacrificio por las pesqueras Golden omega y su propia planta desaladora, dejando contaminación que se ve a simple vista, como pozos grasosos en el sector caleta Quiane que los surfistas le pusieron "El Rancio" a la ola que se encuentra en ese lugar, también a simple vista se puede ver tierra con manchas de aceite al costado de la vía vehicular frente a la Golden Omega. Estas manchas también se ven en la tierra que da a Arenillas Negras. Por lo tanto, su proyecto planta desalinizadora de agua de mar vendría a contaminar más la playa arenillas negras vulnerando el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación como lo dice la constitución en el capítulo III: de los derechos y deberes

constitucionales, articulo 19, inciso 8. Hacemos mención de las plantas que están contaminando porque no queremos que playa Arenillas Negras siga siendo una zona de sacrificio en desmedro de los usuarios e esta zona del borde costero como campistas, deportistas, mariscadores pescadores entre otras personas que acuden a este lugar. Embalse Chironta: Debido a la bajada abundante del rio Lluta el embalse Chironta se encuentra a su máxima capacidad que de seguir así tendrán que soltar más metros cúbicos por segundo de ahora hasta el verano, para volver a recibir más aguas por las lluvias del invierno altiplánico, por lo que se podrían aprovechar esos mts cúbicos antes de hacer una desaladora en playa Arenillas Negras evitando así un impacto ambiental de gran envergadura. Aprovechar los recursos hídricos existentes: Las aguas del rio San Jose que cada vez que bajan llenan la napas y pozos del valle de Azapa, las cuales podrían ser mejor aprovechadas, así como se hizo en el valle de Lluta La interrupción del tránsito en el borde costero: En dos tramos del borde costero se verá interrumpido frente a la antena de alerta de tsunami y en la subida de las pesqueras aparentemente. El más preocupante y peligroso es donde se ve el trazado con tiza en la curva de doble tránsito en Ignacio Loyola donde ustedes tienen demarcado para el trayecto de las tuberías, interrumpiendo el libre tránsito vehicular ocasionando a los usuarios de dicha vía demoras en su traslado. Reunión final posterior a la evaluación ambiental: De acuerdo con lo ya mencionado por los socios de nuestra agrupación esperamos que nos den a conocer en una reunión presencial, respondiendo las inquietudes y preguntas que hicimos a su proyecto planta desalinizadora en Arenillas Negras.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con el impedimento del desarrollo de tradiciones familiares, el Titular ha reconocido que en el sector de Playa Arenillas Negras existen personas y grupos familiares que utilizan el borde costero para acampar y compartir actividades recreativas, especialmente durante el periodo estival. De acuerdo con la información levantada, este uso corresponde principalmente a grupos familiares organizados, asociados a la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, quienes utilizan el sector como un espacio de encuentro, descanso y recreación. Asimismo, se identifica que esta actividad tiene un carácter tradicional y de larga data, siendo parte de las prácticas habituales de algunas familias de la comuna, quienes han utilizado este espacio por décadas para reunirse, especialmente en verano, pero también en fechas puntuales durante el año. El grupo humano asociado al camping no corresponde a una ocupación permanente homogénea, sino que presenta distintas formas de uso, incluyendo:

- Familias que permanecen durante el periodo estival completo.
- Grupos que utilizan el sector de manera temporal o por días, especialmente fines de semana o fechas festivas.
- Usuarios que rotan dentro del mismo espacio, manteniendo una ocupación continua a lo largo del tiempo.

En este contexto, el uso del área como camping se configura como una práctica social y recreativa relevante para sus usuarios, aunque su ocupación se desarrolla en un escenario de informalidad, dado que el sector no se encuentra habilitado oficialmente para estos fines.

En relación con la caracterización del uso actual del área por este grupo en el sector de la Playa Arenillas Negras, el Titular reconoce que es utilizado por distintos grupos familiares para actividades de camping y recreación, configurando un uso del espacio que combina permanencia temporal, encuentros familiares y actividades vinculadas al mar. De acuerdo con la información levantada, el uso más intensivo del área se produce durante el periodo estival, principalmente en los meses de enero y febrero, cuando un mayor número de familias se instala en la playa de manera continua. Durante este periodo, el camping se desarrolla como una ocupación organizada, donde distintos grupos familiares permanecen por varios días o semanas, generando un uso más extendido del borde costero. Fuera de la temporada estival, el uso del área continúa, aunque de forma más puntual y dispersa. En estos casos, las familias utilizan el sector para actividades recreativas específicas, tales como celebraciones, encuentros familiares o visitas de corta duración, especialmente durante fines de semana y fechas festivas. Desde el punto de vista espacial, el área utilizada para camping se extiende a lo largo del borde costero, abarcando aproximadamente 940 metros lineales de playa, lo que permite una distribución de los distintos grupos familiares en el territorio. Esta ocupación no es uniforme, sino que se organiza de manera flexible, adaptándose a la cantidad de personas presentes y a las condiciones del lugar.

El patrón de asentamiento es variable, observándose que en algunos casos existen grupos que permanecen por periodos prolongados, mientras que en otros casos los usuarios rotan dentro del espacio, manteniendo una ocupación continua sin que necesariamente sean siempre las mismas personas. Asimismo, se identifica que existe una dinámica de cuidado del lugar entre los propios usuarios, lo que refuerza el uso recurrente del sector. Adicionalmente, se observa que el uso del área no se limita exclusivamente al camping, sino que se complementa con otras actividades vinculadas al entorno costero, incluyendo el uso del mar para recreación y, en algunos casos, la extracción de recursos marinos a pequeña escala. El uso del sector como camping se desarrolla en un contexto en que no existe habilitación formal para este tipo de actividad, lo que implica que su continuidad depende de las condiciones y decisiones de las autoridades competentes. En este sentido, se trata de un uso que, si bien es recurrente y relevante para sus usuarios, presenta un carácter variable en el tiempo.

En conjunto, estos antecedentes permiten concluir que el uso del área como camping corresponde a una ocupación estacional de alta intensidad en verano y de uso intermitente durante el resto del año, con una distribución espacial amplia y flexible a lo largo del borde costero.

El análisis realizado por el Titular respecto de la interacción del Proyecto con la actividad Campamento, le permitió afirmar que el uso del área como camping se desarrolla principalmente en la franja de playa y sectores inmediatamente adyacentes, con una ocupación de carácter estacional más intensiva en verano, y con presencia más acotada durante el resto del año. Esta ocupación se

distribuye de manera flexible a lo largo del borde costero, lo que permite cierto grado de adaptación frente a cambios en la disponibilidad de espacio.

Durante la fase de construcción, las principales interacciones entre el proyecto y la actividad de campamento se relacionan con la ejecución de obras marítimas y terrestres en el sector costero. Estas actividades implican la presencia de maquinaria, equipos, tránsito de personal y, en ciertos momentos, la aplicación de medidas de seguridad asociadas a la ejecución de las obras, lo que puede generar restricciones temporales de acceso o uso en sectores específicos de la playa. En este contexto, es posible que, durante determinados periodos, especialmente en temporada estival, se produzca una reducción parcial del espacio disponible para el camping, debido a la superposición entre las áreas de trabajo y los sectores habitualmente utilizados por las familias. No obstante, es importante considerar que:

- La ocupación del camping se distribuye a lo largo de una extensión amplia del borde costero, lo que permite la reubicación dentro del mismo sector.
- Las restricciones asociadas a la construcción son de carácter temporal, limitadas al periodo de ejecución de las obras.
- Las condiciones del área, una vez finalizadas las obras, retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad del uso.

Adicionalmente, se debe considerar que el uso del área como camping se desarrolla en un contexto en que no existe habilitación formal, por lo que su ocupación ya se encuentra sujeta a variaciones en el tiempo, independientes del proyecto. En función de lo anterior, la interacción en fase de construcción corresponde a una interferencia temporal y acotada, asociada principalmente a la reducción momentánea de espacio disponible, sin implicar una pérdida permanente del uso del área.

En la fase de operación, la interacción entre el proyecto y la actividad de campamento es significativamente menor, ya que no se generan intervenciones directas sobre la superficie de la playa en los sectores utilizados para este fin. El funcionamiento del proyecto se desarrolla principalmente en instalaciones definidas y en el medio marino, sin requerir la ocupación extensiva del borde costero utilizado por los campistas. Asimismo, el principal elemento asociado a la operación corresponde a la descarga de salmuera, la cual se realiza en el mar, a mayor profundidad y alejada de la zona de playa. En este sentido:

- La descarga no afecta la superficie de la playa ni los espacios donde se instala el camping.
- No se generan condiciones que limiten el uso recreativo del borde costero.
- No se producen efectos sobre la seguridad o habitabilidad del sector utilizado por las personas.

El proyecto considera instancias de relacionamiento con la comunidad, lo que permite generar espacios de coordinación y apoyo durante el periodo estival, en caso de que el camping se desarrolle y cuente con las autorizaciones correspondientes. En consecuencia, en fase de operación no se identifican interacciones relevantes entre el proyecto y la actividad de campamento, manteniéndose la posibilidad de uso del área en condiciones similares a las actuales.

A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y el uso del sector de Playa Arenillas Negras para actividades de campamento, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área como camping corresponde a una ocupación estacional y flexible, distribuida a lo largo del borde costero, lo que permite cierto grado de adaptación frente a variaciones en la disponibilidad de espacio.

Durante la fase de construcción, el impacto potencial se asocia a la restricción temporal de acceso y uso de sectores del borde costero, producto de la ejecución de obras y de las medidas de seguridad necesarias para su desarrollo. Este impacto se caracteriza por:

- Ser de carácter negativo, ya que puede limitar momentáneamente el uso del espacio por parte de los campistas.
- Tener una extensión acotada, dado que las obras se desarrollan en sectores específicos del borde costero.
- Ser de duración temporal, restringido al periodo de ejecución de las obras, principalmente durante uno o más periodos estivales.
- Presentar reversibilidad, ya que una vez finalizadas las obras, el área recupera sus condiciones habituales.

Adicionalmente, se debe considerar que la ocupación del camping se distribuye en una extensión amplia del litoral, lo que permite la reorganización interna de los usuarios dentro del mismo sector, reduciendo el nivel de afectación. El uso del área se desarrolla en un contexto de informalidad, lo que implica que su continuidad ya depende de factores externos al proyecto, tales como decisiones de la autoridad o condiciones de acceso. En función de estos antecedentes, el impacto en fase de construcción se evalúa como negativo de baja magnitud, debido a su carácter temporal, localizado y reversible.

En la fase de operación, no se identifican impactos relevantes sobre la actividad de campamento, dado que el funcionamiento del proyecto no implica una ocupación significativa del espacio utilizado por las personas en la playa. En particular:

- No se generan restricciones de acceso al borde costero en los sectores utilizados para camping.
- No se modifican las condiciones físicas de la playa que permitan su uso recreativo.
- La descarga de salmuera se realiza en el mar, a mayor profundidad, sin afectar la zona de playa donde se desarrollan estas actividades.

Asimismo, el Proyecto contempla instancias de coordinación con la comunidad, lo que permite abordar de manera anticipada cualquier situación que pueda surgir durante el periodo estival. En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre la actividad de campamento en fase de operación se evalúa como no significativo, manteniéndose las condiciones para el uso del área en términos similares a los actuales.

Respecto de otros antecedentes que contribuyen a este análisis, se informa que el área destinada para las obras de la instalación de faena (IF) de la planta desalinizadora ocupará solo el 2,8% de la

superficie total de la playa Arenillas Negras. Es decir, el 97,2% de la playa permanecerá disponible para su uso por parte de la comunidad, permitiendo que se continúen llevando a cabo las actividades recreativas, incluido el acampe tradicional. Además, la ocupación de esta área será limitada a una única temporada estival. El inicio del funcionamiento de la IF está planificado para después de marzo, una vez finalizado el período de mayor uso recreativo y el Proyecto tiene previsto que la ocupación del espacio sea temporal y que, durante los primeros trece (13) meses de operación, se mantenga constante el área ocupada. Después de este período, la ocupación comenzará a reducirse de manera proporcional, debido a la disminución de la mano de obra necesaria para las obras de construcción y cierre de la instalación. Reducción progresiva de la ocupación de la playa.

Como parte del proceso de construcción, el área de ocupación se reducirá significativamente después del mes 15. Esto se debe a la eliminación de la zona de acopio, que ocupará una superficie de 634 m². A partir de ese momento, la ocupación de la playa por la instalación de faena disminuirá al 0,6% de la superficie total de la playa. En el mes 16, esta proporción se reducirá aún más al 0,35%, liberando prácticamente toda la playa (99,6%) para el uso de la comunidad. En cuanto a la temporada estival, la playa continuará siendo un espacio de recreación accesible para la comunidad, con solo una pequeña parte ocupada por las actividades de construcción de la planta desalinizadora. Además, se tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que las familias que tradicionalmente acampan en la playa puedan seguir disfrutando de este espacio.

En resumen, la planta desalinizadora y sus obras de construcción ocuparán solo una fracción mínima de la playa durante el proceso de construcción, y se trabajará para garantizar que las tradiciones de acampada no se vean interrumpidas. Las actividades recreativas podrán continuar, y se reducirá progresivamente la ocupación del espacio a medida que avance la obra.

El análisis realizado muestra que la principal interacción se produce durante la fase de construcción, donde podría existir una restricción temporal y acotada de algunos sectores de la playa, asociada a la ejecución de las obras y a las medidas de seguridad necesarias. No obstante, esta situación es transitoria, limitada en el tiempo y en el espacio, y permite la reorganización de los usuarios dentro del mismo sector, considerando la extensión disponible del borde costero. Una vez finalizadas las obras, el área recupera sus condiciones habituales, permitiendo que las actividades de camping se desarrollen nuevamente sin restricciones asociadas al proyecto.

En la fase de operación, no se generan intervenciones relevantes sobre la playa ni sobre los espacios utilizados por las personas, por lo que no se identifican impactos sobre el uso del área para camping. La descarga de salmuera se realiza en el mar, en sectores profundos y alejados de la costa, sin afectar la zona donde se desarrollan estas actividades.

Asimismo, se reconoce que el uso del área como camping corresponde a una práctica de carácter estacional y de larga data para sus usuarios, pero que se desarrolla en un contexto en que no existe habilitación formal, por lo que su continuidad depende también de factores externos al proyecto.

En este contexto, se concluye que el proyecto no genera impactos significativos sobre la actividad de campamento, permitiendo que esta continúe desarrollándose en la medida que se mantengan las condiciones actuales y las autorizaciones correspondientes.

En cuanto a las medidas de protección a la biofauna, debido al impacto por la succión de agua marina en la playa Arenillas Negras, el Titular ha señalado que la planta desalinizadora ha incorporado tecnologías avanzadas en su sistema de captación de agua para minimizar cualquier efecto negativo sobre los ecosistemas marinos locales. La planta contará con una torre de captación submarina, ubicada a 750 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros, lo que reduce el riesgo de afectar a las especies cercanas a la orilla. Esta torre está equipada con rejillas de alta densidad, diseñadas específicamente para evitar la entrada de organismos marinos vulnerables, como peces, zooplancton, larvas y medusas, lo que protege a estos organismos en su fase temprana de desarrollo.

Además, la velocidad máxima de succión se ha diseñado para no superar los 0,15 m/s, un parámetro que sigue las mejores prácticas internacionales en el diseño de sistemas de captación para desaladoras. Este valor garantiza que los organismos marinos, incluidos los más pequeños, puedan evitar la succión de manera natural, sin ser atrapados por el sistema. Aunque el riesgo de captura de fauna marina es extremadamente bajo, el Proyecto presentó Planes de contingencia y emergencia bien definidos en caso de una captura involuntaria de especies marinas, llamado "Existencia de fauna marina en la captación" (Ver Anexo 8 de la Adenda Excepcional). El Plan se aplica durante la fase de operación de la planta, específicamente en la captación de agua de mar. Las medidas preventivas incluyen:

- Un domo con un diámetro mayor que la tubería de captación, que funciona como una barrera para evitar que las especies marinas ingresen al sistema de aducción.
- La torre de captación está diseñada para resistir eventos sísmicos o cualquier otra amenaza externa que pudiera afectar su funcionamiento.
- Inspecciones y mantenimiento preventivo de la torre de captación y de las protecciones implementadas para garantizar que no haya ingreso de especies marinas no deseadas.
- Además, cualquier incidente relacionado con la captura involuntaria de fauna marina será comunicado a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y a SERNAPESCA dentro de las primeras 24 horas desde que se inicie el incidente, y se prestará apoyo veterinario si es necesario.

Estas medidas aseguran que la biofauna marina de la zona de Arenillas Negras se mantenga protegida, y las operaciones de la planta desalinizadora no representen una amenaza significativa para las especies locales, como los mariscos que son tan importantes para las familias de la comunidad.

En cuanto a los efectos secundarios de los desechos vertidos al mar, se informa que se debe tener en cuenta de que la salmuera, es un subproducto inevitable del proceso de desalinización y ha sido cuidadosamente analizada en los estudios realizados para el proyecto. La salmuera es una mezcla concentrada de agua de mar que contiene sales, minerales y agua, elementos que son completamente naturales y forman parte del ecosistema marino. Por lo tanto, no contiene contaminantes peligrosos, sustancias químicas o tóxicas que puedan representar un riesgo directo para la fauna marina ni para las personas que realizan actividades recreativas, deportivas o productivas en la zona costera.

Los estudios realizados por el Titular señalan que el impacto de la salmuera será mínimo y no afectará significativamente el equilibrio del ecosistema marino. Durante el proceso de desalinización, se utilizan productos químicos en el pretratamiento del agua, tales como antiincrustantes para evitar la formación de sedimentos dentro de las instalaciones. Sin embargo, estos productos químicos se neutralizan por completo antes de que la salmuera sea vertida al mar. De esta forma, la salmuera no contiene compuestos tóxicos, asegurando que su impacto sea limitado a un leve aumento en la concentración de sal y minerales, lo cual es inherente al proceso de desalinización.

Para prever cualquier posible impacto en el entorno marino, el Proyecto ha implementado un sistema de difusión submarina para el vertido de la salmuera. Este sistema utiliza difusores ubicados a una distancia estratégica del área de descarga, permitiendo que la salmuera se disperse de manera eficiente en el mar. El objetivo es asegurar que la salmuera se mezcle rápidamente con el agua circundante, diluyéndola de manera uniforme y evitando que se acumule en un solo punto. Este método asegura que no se produzca un aumento localizado de salinidad que pueda afectar a los ecosistemas marinos cercanos.

El incremento en la salinidad en la zona de descarga se ha calculado y se estima que será de solo +1,7 PSU, un valor que está dentro de los niveles que las especies marinas locales pueden tolerar sin sufrir daños. Es importante señalar que muchas de las especies que habitan la zona, como cangrejos, erizos de mar, moluscos y algas marinas, son muy resistentes a variaciones en la salinidad, lo que minimiza aún más el impacto potencial de la salmuera.

Además, la ubicación del punto de descarga de la salmuera ha sido seleccionada cuidadosamente, teniendo en cuenta las corrientes marinas naturales que favorecen la dispersión de la salmuera y evitan la acumulación de sal en áreas sensibles. Esta ubicación, junto con el diseño de la planta, asegura que la descarga se realice fuera de las Zonas de Protección Litoral (ZPL) y que cumpla con todos los estándares establecidos por las autoridades competentes, como la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) del Proyecto (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria), incluye un monitoreo continuo y detallado de los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como salinidad, turbidez y temperatura, así como de la biodiversidad marina en el área de influencia del emisario. Este seguimiento constante permitirá detectar cualquier anomalía en tiempo real, asegurando que el ecosistema marino se mantenga dentro de los rangos óptimos y que las posibles alteraciones sean identificadas de manera temprana. En caso de que se detecten desviaciones en los parámetros monitoreados, se podrán implementar medidas correctivas inmediatas, garantizando la protección del medio ambiente y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

En lo que respecta a las preocupaciones sobre el impacto en Playa Arenillas Negras, el Titular reconoce su valor histórico, recreativo, productivo y deportivo para la comunidad de Arica. La playa ha sido un espacio de gran importancia para la recreación de las familias ariqueñas, el desarrollo de actividades productivas como la pesca artesanal, el buceo y la recolección de mariscos, así como un

punto clave para la práctica del bodyboard en la región. No obstante, los estudios realizados aseguran que el Proyecto no causará un impacto negativo significativo sobre la playa ni sus actividades. De hecho, se ha determinado que la planta elevadora de agua de mar ocupará solo un 2,8%% de la superficie total de la playa, lo que significa que el 97,2% restante estará completamente disponible para las actividades tradicionales sin ninguna afectación en el acceso a la playa o en su uso recreativo.

Respecto al uso productivo de la playa, se ha identificado que la pesca artesanal, el buceo y la recolección de mariscos se llevan a cabo de manera estacional en el borde costero sur, que incluye la zona de Playa Arenillas Negras. El Proyecto ha tomado en cuenta las rutas de navegación, las zonas de recolección, la calidad del agua y la biodiversidad marina para garantizar que la descarga de salmuera no afecte los recursos marinos ni la seguridad de los pescadores y trabajadores del mar. Además, se ha asegurado que las áreas productivas se mantendrán libres de interferencias, preservando las actividades tradicionales de la pesca y la recolección de mariscos. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En cuanto al uso recreativo de la playa, Arenillas Negras ha sido un importante destino turístico, especialmente en los meses de verano. Los estudios de impacto han confirmado que la accesibilidad a la playa no se verá restringida, que el paisaje se mantendrá intacto y que la calidad del agua será preservada, permitiendo que las familias de Arica continúen disfrutando del espacio sin alteraciones. La integración del proyecto con la comunidad y las autoridades locales ha sido clave para garantizar que las actividades recreativas sigan su curso sin interferencias.

Por otro lado, un aspecto muy importante es el uso deportivo de la playa, en particular para la práctica del bodyboard, ya que Arenillas Negras es famosa por sus olas, como la "Ola Rancio", un atractivo turístico que ha sido destacado por SERNATUR y que ha sido utilizado por reconocidos bodyboarders. Los estudios técnicos realizados han determinado que la ubicación de la planta desalinizadora, a más de 900 [m] de la zona utilizada para el bodyboarding, no afectará en absoluto la calidad ni la formación de las olas, por lo que los deportistas podrán seguir disfrutando de este atractivo de manera plena.

Por último, se informa que el Proyecto contempla instancias de participación comunitaria a lo largo de su implementación, lo que asegura la transparencia en la ejecución y permite que los miembros de la comunidad puedan expresar sus inquietudes y obtener información clara sobre los posibles impactos del proyecto. Este forma parte de los compromisos voluntarios del Proyecto (adjunto en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria), con el fin de mantener un diálogo abierto y la corroboración de los impactos por parte de los interesados, garantizando que las actividades tradicionales de la playa, como la pesca, la recreación y el deporte, continuarán sin alteraciones significativas.

Respecto de la afectación a la fuente de trabajo de mariscadores y pescadores, se informa que la planta desalinizadora se emplazará a una distancia suficiente de las zonas de pesca y recolección,

específicamente en áreas donde no se realizan actividades de extracción de recursos marinos, lo que asegura que los pescadores y mariscadores puedan continuar con sus labores sin que el funcionamiento de la planta interfiera directamente con sus rutas o lugares de trabajo. Además, la salmuera generada por el proceso de ósmosis inversa será descargada a través de un sistema de emisarios submarinos con tecnología de difusores, que garantizan una dispersión rápida y controlada de la salmuera en el mar. Este sistema asegura que no se produzca una acumulación de sal en un solo punto, evitando que se altere el ecosistema marino y, por ende, los recursos que los pescadores y mariscadores extraen del fondo marino.

De acuerdo con los estudios realizados, el aumento de salinidad en el área de descarga será mínimo (+1,7 PSU), muy por debajo de los umbrales de tolerancia de las especies marinas locales, lo que garantiza que no se verá afectada la biodiversidad ni la capacidad de los ecosistemas marinos para sustentar las especies que los pescadores y mariscadores explotan. Las especies más comunes en la zona, como los moluscos, crustáceos y peces, tienen una gran capacidad de adaptación a variaciones de salinidad, por lo que los recursos marinos seguirán siendo aptos para su extracción.

Además, el proyecto ha integrado un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que realizará un monitoreo continuo de los parámetros fisicoquímicos del agua, como salinidad, turbidez y temperatura, así como de la biodiversidad marina en el área de influencia del emisario. Este monitoreo permitirá detectar cualquier anomalía de manera oportuna y aplicar medidas correctivas si fuera necesario, garantizando la sostenibilidad del entorno marino y la protección de los recursos pesqueros en todo momento.

Además, el Titular ha comprometido no sólo la protección de las actividades pesqueras tradicionales, sino que también se ha comprometido con la participación activa de las comunidades locales, incluidos los pescadores y mariscadores, en el monitoreo y seguimiento del impacto ambiental. A través de estas instancias de participación y transparencia, se busca asegurar que cualquier preocupación pueda ser abordada de manera efectiva, garantizando que las fuentes de trabajo no solo se mantengan, sino que también se asegure la salud y el bienestar del ecosistema marino a largo plazo. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En resumen, los estudios y medidas implementadas muestran que la planta desalinizadora no tendrá efectos negativos a largo plazo sobre las fuentes de trabajo de pescadores y mariscadores, y se tomarán todas las precauciones necesarias para proteger los recursos marinos de la zona, permitiendo que estas actividades continúen de manera sostenible.

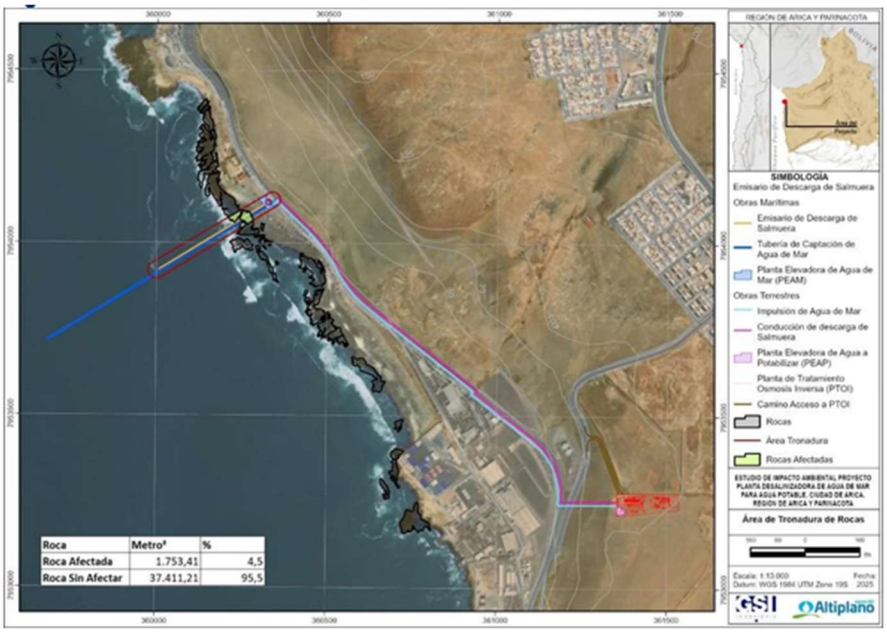
Respecto de la consulta sobre las tronaduras, se aclara que si bien, éstas son una opción considerada para facilitar la construcción de las infraestructuras necesarias, el Proyecto ha presentado medidas para minimizar cualquier posible impacto ambiental, especialmente sobre la biofauna estática. El área

de tronadura se encuentra delimitada en una zona específica y controlada, necesaria para la instalación de la infraestructura de captación y descarga de la planta desalinizadora:

- Zona de Tronadura: Ubicada en el sector costero donde se instalarán las tuberías de captación y descarga.
- Superficie afectada: Solo el 4,5% del área rocosa total será intervenida, es decir, aproximadamente 1.753 m² de un total de 37.411 m².
- Roca no afectada: El 95,5% de la superficie rocosa permanecerá intacta, lo que demuestra que la afectación es mínima y controlada.

A continuación se muestra Figura con "Rocas Afectadas por Tronadura", las que se estima que no generará un impacto generalizado en el ecosistema marino ni terrestre.

Figura. Rocas Afectadas tronadura.



Fuente: Figura 1 de la parte 10 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria.

Para evitar impactos significativos en la flora y fauna marina, se han considerado medidas de protección y monitoreo ambiental, entre las que destacan:

- Uso de técnicas controladas de tronadura, minimizando la generación de vibraciones y ondas de choque en el agua.
- Monitoreo del impacto en la biodiversidad marina y terrestre antes, durante y después de la intervención.
- Cumplimiento de normativas ambientales vigentes, asegurando que la intervención se realice con el menor impacto posible.

Además, el Titular ha presentado medidas de ingeniería para evitar efectos en la biodiversidad marina, asegurando que las especies presentes en la zona no sean afectadas por la ejecución del proyecto. El Titular ha reconocido la importancia de la cadena trófica marina en la zona, que incluye desde el

fitoplancton y zooplancton hasta especies de interés comercial como corvinas, sargos, moluscos y crustáceos. Sin embargo, debido a la ubicación específica y la metodología de intervención, no se prevé que haya afectaciones significativas a largo plazo en la biodiversidad de la zona.

También se han implementado medidas para evitar la dispersión de sedimentos durante la tronadura, lo que previene alteraciones en la calidad del agua y en los organismos filtradores que habitan en el área. El Titular ha confirmado que el Proyecto no contempla la emisión de sonidos permanentes bajo el mar para espantar lobos marinos, ni a otras especies. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) y comprometiéndose a que el Proyecto está regulado por estrictas normas ambientales y de seguridad que garantizan que cualquier intervención en el ecosistema marino se realice con medidas de control y mitigación adecuadas. Además, se contempla un Plan de Monitoreo Ambiental que permitirá evaluar en forma continua los efectos de la intervención y tomar medidas correctivas si fuese necesario.

En base a los antecedentes presentados, se puede afirmar que la intervención mediante tronaduras representa solo una pequeña fracción de la superficie respecto del área rocosa total, garantizando que la mayor parte del entorno natural permanezca intacto. El monitoreo continuo y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes tienen como objetivo de que la ejecución de estas obras se lleve a cabo de manera controlada y con una gestión adecuada de los posibles efectos en el ecosistema. Asimismo, no se han identificado riesgos de contaminación acústica submarina que puedan generar desplazamiento de especies marinas.

Respecto de la preocupación respecto de los posibles daños que las plantas desalinizadoras puedan causar a largo plazo, se informa que la descarga de salmuera se realiza de manera controlada a través de un emisario submarino, ubicado a 367 metros de la costa de la playa, a una profundidad cercana a los 24 metros. Este emisario está soterrado, lo que garantiza que la descarga se lleve a cabo en una zona del mar alejada de las zonas costeras y en una profundidad que minimiza el impacto directo sobre los ecosistemas cercanos. Por lo tanto, las condiciones descritas en los videos que se mencionan en la consulta difícilmente se relacionan con el contexto de este proyecto, ya que el emisario submarino y la profundidad de la descarga aseguran una dispersión eficiente y segura de la salmuera. En efecto, una de las medidas clave adoptadas en el diseño de la planta desalinizadora es el uso de un sistema de difusores submarinos para la descarga de la salmuera. Esta tecnología ha sido específicamente diseñada para garantizar una dispersión eficiente de la salmuera en el mar, evitando la acumulación de sal en un solo punto. Los difusores permiten que la salmuera se mezcle con el agua circundante de manera inmediata, diluyendo las sales de forma efectiva a medida que se libera en el mar. Esta rápida dispersión asegura que la concentración de sal se distribuya uniformemente en la columna de agua, alcanzando niveles de salinidad similares a los del entorno marino natural. En total, se incorporan ocho difusores, ubicados a intervalos de 4 metros en los últimos 40 metros del emisario submarino, lo que maximiza la dilución de la salmuera. Además, el diseño del Proyecto se beneficia de las corrientes marinas naturales en la zona, las cuales ayudan a generar aún más dispersión de la

salmuera. De acuerdo con los estudios realizados, el incremento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual es insignificante y no representa un peligro para la vida marina.

La zona también cuenta con condiciones geográficas y oceanográficas favorables, ya que las corrientes marinas naturales favorecen la renovación constante del agua, contribuyendo a la dispersión de la salmuera. Esto asegura que la salinidad aumente de forma temporal y localizada, minimizando cualquier impacto sobre los ecosistemas marinos y los recursos pesqueros. Los estudios sobre las especies locales indican que los organismos marinos presentes, como crustáceos, tunicados, moluscos y erizos de mar, tienen una notable tolerancia a variaciones de salinidad. Por ejemplo, los crustáceos como los cangrejos pueden tolerar incrementos de hasta +10 PSU sin verse afectados, mientras que los moluscos bivalvos y cefalópodos tienen umbrales de tolerancia de +5 PSU y +3 PSU, respectivamente. Dado que el aumento de salinidad en la zona de descarga será solo de +1,7 PSU, este nivel está muy por debajo de los umbrales de tolerancia de las especies locales, lo que garantiza que no habrá impactos negativos sobre la fauna marina. Además, como la variación de salinidad será temporal y localizada, los ecosistemas marinos podrán adaptarse rápidamente sin efectos adversos duraderos.

Los emisarios submarinos no solo se utilizan para la descarga de salmuera, sino que son comúnmente empleados para el vertimiento de residuos líquidos provenientes de diversos procesos industriales, siempre que estos residuos se ajusten a la normativa vigente sobre vertimientos. En este caso, el proyecto cumple con todos los requisitos normativos aplicables, asegurando que solo se vierta al mar una salmuera compuesta por sales y minerales naturales, sin sustancias contaminantes.

El proceso de ósmosis inversa se basa en el principio de la presión osmótica del agua de mar. En condiciones naturales, el agua con menor concentración de sales tiende a moverse hacia el agua más salina para equilibrar las concentraciones. Sin embargo, en la desalación por ósmosis inversa, se aplica presión para revertir este flujo natural, forzando al agua de mar a pasar a través de membranas semipermeables que retienen las sales y permiten el paso del agua dulce. Este proceso no depende de la temperatura, sino únicamente de la presión aplicada. En una planta desalinizadora de ósmosis inversa, la temperatura del agua tratada no aumenta significativamente, ya que la salmuera puede experimentar un incremento máximo de 1°C. Este leve aumento de temperatura no representa un impacto ambiental significativo, considerando que la temperatura del océano varía naturalmente más de 1°C debido a fenómenos como las corrientes marinas, la radiación solar y los cambios estacionales. Es importante señalar que existen otros procesos de desalación, como la destilación térmica (evaporación-flash, multiefecto o MED, y compresión de vapor o MVC), que requieren altas temperaturas para evaporar el agua y separar las sales. A diferencia de la ósmosis inversa, estos procesos generan un aumento significativo de la temperatura en la corriente residual, pero no son los utilizados en este proyecto.

Es cierto que la salmuera, si no se maneja adecuadamente, podría generar impactos negativos en los ecosistemas marinos, pero en este Proyecto tanto la tecnología empleada, como el sistema de difusores submarinos, asegura que la salmuera se disperse de manera rápida y eficiente, evitando la concentración de sal en un solo punto y minimizando cualquier efecto negativo en la fauna marina.

Además, el proyecto contempla un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional) que garantizará un monitoreo constante y detallado de los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como la salinidad, turbidez, temperatura y otros indicadores clave para evaluar la calidad del agua en las cercanías de la planta desalinizadora. Este monitoreo se complementará con el seguimiento de la biodiversidad marina en el área de influencia del emisario submarino, permitiendo la detección temprana de cualquier variación que pudiera alterar el equilibrio ecológico. El PVA se diseñará para que las mediciones sean periódicas y abarquen tanto las condiciones preexistentes como las posibles variaciones inducidas por las operaciones de la planta. En caso de detectar cualquier anomalía en estos parámetros, como cambios inusuales en la salinidad o temperatura, el sistema permitirá una intervención inmediata con medidas correctivas, como ajustes en la operación de la planta o la optimización del proceso de descarga de la salmuera. Esto asegura no solo el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, sino también el compromiso con la protección de los ecosistemas marinos, garantizando la sostenibilidad a largo plazo del entorno y las actividades productivas y recreativas de la región.

La incorporación de tecnologías avanzadas, un diseño adecuado del emisario y un monitoreo constante asegura que los impactos sobre los ecosistemas marinos sean mínimos y que la salud del entorno marino se mantenga en equilibrio, protegiendo tanto a los recursos pesqueros como a las actividades recreativas y productivas que dependen de ellos.

Respecto de la consulta acera de la descarga de salmuera, se informa que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal.

En cuanto a las corrientes marinas y el movimiento de la salmuera, es relevante señalar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a

variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla.

Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

Respecto de la preocupación sobre la situación ambiental de la playa Arenillas Negras y la percepción de que esta área ha sido convertida en una "zona de sacrificio" debido a la presencia de diversas actividades industriales, es importante aclarar que la instalación de la planta desalinizadora no traerá consigo un deterioro adicional del ecosistema marino, ya que el Proyecto ha sido diseñado siguiendo estrictos estándares ambientales y contemplando una serie de medidas de mitigación para reducir al mínimo cualquier impacto potencial. Así es como, a diferencia de otras industrias presentes en la zona, como las plantas de procesamiento de productos marinos, el único residuo generado por la planta desalinizadora es la salmuera, un efluente compuesto únicamente por agua de mar con una concentración de sales levemente superior a la del agua marina natural. Para asegurar que esta descarga no cause efectos negativos en el ecosistema marino, se implementará un sistema de emisarios con difusores, específicamente diseñados para permitir una rápida dilución de la salmuera en el océano, evitando alteraciones en la biodiversidad marina y preservando las condiciones adecuadas para la vida acuática. Al respecto, el proyecto contempla la instalación de ocho difusores distribuidos en intervalos de 4 metros a lo largo de los últimos 40 metros del emisario. Estos difusores están diseñados para lograr una dispersión rápida y eficaz de la salinidad, y el diseño también aprovecha las corrientes naturales de la zona, lo que favorece una dispersión eficiente.

Se debe distinguir este efluente del residuo generado por la planta industrial, cuyo proceso industrial produce residuos orgánicos con alta carga de materia orgánica y nutrientes que pueden afectar la calidad del agua y generar impactos ecológicos si no se gestionan adecuadamente. En cambio, la planta desalinizadora no genera ni descarga materia orgánica, ni nutrientes, ni productos químicos contaminantes, lo que reduce significativamente el riesgo de impactos ambientales adversos. Además, el Proyecto contempla un plan de monitoreo ambiental continuo, que permitirá evaluar los efectos de la descarga de salmuera en el medio marino y garantizar que no se altere la calidad del agua ni la fauna local. Estos monitoreos estarán disponibles para las autoridades ambientales y la comunidad, promoviendo la transparencia en la operación de la planta.

Respecto de la preocupación sobre la "zona de sacrificio", se informa que el Proyecto no busca empeorar la situación, sino compatibilizar la operación de la planta con el entorno y las actividades locales. En este sentido, la planta desalinizadora no se ubicará directamente en la playa, sino en un sector con una cota de inundación elevada, al sur de la Avenida San Ignacio de Loyola, lo que

garantiza que las actividades recreativas y de esparcimiento que se realizan en la playa no se verán afectadas. La única intervención en la playa será la instalación de una planta elevadora de agua de mar, que ocupará solo un 2,8%% de la superficie total de la playa (equivalente a 1.119 m²), lo que representa una intervención temporal. El 97,2% restante de la playa continuará estando disponible para el esparcimiento y las actividades de la comunidad, tanto durante la fase de construcción como una vez terminada la obra.

Finalmente, se informa que este Proyecto no solo busca minimizar los impactos negativos sobre el entorno, sino que presenta medidas para asegurar un suministro estable y confiable de agua potable, la planta generará empleos durante su fase de construcción y operación, contribuyendo al desarrollo económico y social del sector. Asimismo, se fomentará la continuidad de las actividades económicas locales, como la pesca y el turismo, sin alteraciones significativas.

Respecto de la preocupación sobre el aprovechamiento del recurso hídrico del embalse Chironta, especialmente en un escenario donde la disponibilidad de agua puede ser variable según las condiciones climáticas, es importante resaltar que depender de un recurso estacional o variable como el agua del río Lluta implica desafíos importantes a largo plazo, especialmente considerando las fluctuaciones de los caudales y las condiciones climáticas impredecibles. El embalse Chironta, aunque es una fuente de almacenamiento, no puede garantizar un suministro constante durante todo el año, lo que podría generar inseguridad en el abastecimiento de agua potable.

En cambio, el agua de mar se presenta como un recurso confiable y constante, disponible de manera permanente sin depender de condiciones climáticas variables. Las plantas desaladoras, como la de Caldera, han demostrado ser una solución eficaz para aprovechar este recurso abundante y convertirlo en agua potable de manera eficiente, con un impacto ambiental mínimo. Estos casos exitosos de desalación han logrado optimizar el proceso y desarrollarlo en total armonía con el medio ambiente, asegurando un abastecimiento continuo de agua, sin los riesgos asociados a la dependencia de fuentes de agua estacionales o variables.

Además de todo lo mencionado, es importante resaltar que, aunque el agua proveniente del embalse Chironta pueda ser una fuente disponible, esta también debe someterse a un proceso de tratamiento antes de ser utilizada como agua potable. Esto incluye procesos como la osmosis inversa, que son necesarios para eliminar impurezas, salinidad y contaminantes. De esta forma, el agua del embalse requiere un tratamiento complejo que puede ser igualmente costoso y desafiante, en comparación con el proceso de desalación directa del agua de mar. La planta desalinizadora, al aprovechar el agua de mar, no solo ofrece un suministro constante y fiable, sino que también optimiza el tratamiento de agua en términos de eficiencia y sostenibilidad ambiental.

En relación con la propuesta de aprovechar los recursos hídricos existentes, como las aguas del río San José que contribuyen a recargar las napas y pozos del valle de Azapa, es importante considerar que estos recursos hídricos, aunque valiosos, son altamente estacionales y variables debido a factores climáticos, como las lluvias altiplánicas, que no garantizan un suministro continuo ni estable a lo largo del año.

El proyecto de la planta desalinizadora en Playa Arenillas Negras surge precisamente como una solución sostenible frente a esta incertidumbre hídrica, asegurando un suministro constante de agua potable, independiente de las variaciones climáticas y ciclos de lluvia. A diferencia de las aguas superficiales o subterráneas, que dependen de precipitaciones y recargas naturales, el agua de mar está disponible de manera ininterrumpida, permitiendo su potabilización mediante un proceso controlado y eficiente.

Además, es relevante mencionar que, al igual que el agua proveniente del embalse Chironta o de los pozos del valle de Azapa, el agua de río o subterránea también requiere tratamientos avanzados, como la ósmosis inversa, para alcanzar los estándares de calidad necesarios para el consumo humano, especialmente en zonas donde la calidad del agua puede verse afectada por factores naturales o actividades agrícolas.

Un ejemplo exitoso que respalda la viabilidad de la planta desalinizadora es el caso de la desaladora de Caldera, donde se ha demostrado que es posible implementar un proceso de desalinización optimizado, en armonía con el medio ambiente y con beneficios tangibles para las comunidades locales. Este tipo de infraestructura no solo asegura un suministro hídrico confiable y continuo, sino que también integra medidas de protección ambiental, monitoreo constante y tecnologías de última generación que minimizan el impacto en el entorno marino y terrestre.

Por lo tanto, si bien es deseable optimizar el uso de los recursos hídricos existentes, la desaladora representa una solución complementaria y necesaria para garantizar un abastecimiento de agua estable, sostenible y en plena sintonía con el medio ambiente, especialmente en un escenario de creciente variabilidad climática y demanda hídrica.

Respecto a las posibles interrupciones del tránsito vehicular en el borde costero, especialmente en los tramos mencionados, se informa que el Proyecto ha sido diseñado para minimizar al máximo las molestias y asegurar una fluidez del tránsito durante la ejecución de los trabajos. Para la instalación de las tuberías de captación y emisario en los tramos terrestres del sector Atravieso N°1, se realizará una excavación en la Avenida Comandante San Martín, dividiendo el proceso en fases para no afectar todo el tramo a la vez. En el punto intermedio de la ruta, se instalará una estructura metálica que permitirá el libre tránsito vehicular entre las jornadas de trabajo. Posteriormente, la tubería se colocará en la zanja abierta, restaurando una mitad de la calzada excavada antes de continuar con la otra mitad. Este procedimiento se repetirá en los tramos Atravieso N°2 y N°3 de la misma avenida, y para el Atravieso N°4, se llevará a cabo en la calle San Ignacio de Loyola.

La excavación y colocación de las tuberías en los tramos rectos está planificada para durar un máximo de una semana por tramo. Durante este proceso, la instalación de la tubería avanzará en un 20% por jornada, lo que garantizará una ejecución eficiente y una rehabilitación progresiva de la vía. Además, en cada jornada, se cubrirán las zanjas con placas metálicas para permitir que el tráfico vehicular normal continúe sin interrupciones. Es importante destacar que este procedimiento se llevará a cabo

en meses no estivales, lo que significa que no afectará la circulación de residentes, visitantes ni turistas durante la temporada alta.

Con estas medidas, el Proyecto busca asegurar que la obra se realice de manera rápida, controlada y con el menor impacto posible sobre la movilidad, garantizando que la comunidad pueda seguir transitando sin mayores demoras ni inconvenientes.

Por último, en relación con sostener una reunión presencial, el Titular se ha comprometido con respetar lo establecido en la Guía de Participación Ciudadana en el SEIA y la normativa vigente, durante el proceso de evaluación ambiental. A este respecto, cabe aclarar que, durante el proceso de participación ciudadana, las reuniones con la comunidad son organizadas y dirigidas por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Sin embargo, una vez obtenida la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable, el Titular ha comprometido a realizar reuniones presenciales con la comunidad en el marco de los monitoreos participativos ya comprometidos. Estas instancias permitirán responder todas las dudas e inquietudes que la comunidad tenga sobre la implementación y operación de la planta desalinizadora, asegurando un seguimiento transparente y colaborativo.

72. Observante: Ronny Rodrigo Godoy Portales

Observación N° 209:

Familia: Impacto Ambiental en flora y fauna donde daña económicamente a la familia donde actualmente es la economía de mi hogar, estudios de hijos y alimentación día a día.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetico garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

103. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
104. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.
105. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda

Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

Respecto de la importancia de Arenillas Negras para las actividades económicas y recreativas, así como para la biodiversidad marina el Titular ha propuesto un compromiso con los pescadores artesanales y la sostenibilidad, con el fin de priorizar la sostenibilidad ambiental y el respeto por las comunidades locales, que se expone en el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Ahora bien, los estudios realizados por el Titular reconocen que en el sector de Arenillas Negras existen personas que desarrollan actividades vinculadas al mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, quienes utilizan el borde costero y el espacio marino como parte de sus fuentes de trabajo. En relación con el Proyecto, se identificó que durante la fase de construcción pueden generarse restricciones temporales de acceso en el área donde se ejecutarán las obras, debido a razones de seguridad. Sin embargo, estas restricciones son acotadas en el tiempo y en el espacio, y no impiden el desarrollo de las actividades en el resto del litoral, el cual continúa disponible para su uso. Asimismo, una vez finalizada la construcción, estas restricciones desaparecen y el acceso al mar se restituye completamente.

Durante la fase de operación, no se generan restricciones de acceso al mar, y la principal interacción corresponde a la descarga de salmuera. Al respecto, se determinó que esta presenta un aumento acotado de salinidad, muy por debajo de los niveles en que se producen efectos en los organismos marinos, además de diluirse rápidamente en el mar. Por lo tanto, no se generan cambios relevantes en la calidad del agua ni en la disponibilidad de los recursos que sustentan las actividades de pesca y recolección.

Por lo anterior, el Proyecto no implica la pérdida del espacio utilizado por pescadores y recolectores, ni la eliminación de sus recursos, ni una modificación permanente de las condiciones del mar, por lo que las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla pueden continuar desarrollándose en condiciones similares a las actuales, sin que el Proyecto genere una afectación significativa sobre ellas.

Observación N° 210:

Contaminación: durante años Aria a estado en proyectos contaminantes donde el actual, planta desaladora, dañará todo y producirá daño irreversible al medio ambiente marino en sector de Arenillas Negras.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Al revisar la información entregada a lo largo del proceso de evaluación ambiental del EIA del proyecto, se logra establecer que los criterios que definieron su emplazamiento responden a temas relacionados a disponibilidad de terreno, compatibilidad con instrumentos de planificación territorial y criterios técnico-económicos.

Como se observa en el numeral 1.3.5 del Capítulo 1 del EIA, la planta se encuentra en las proximidades del borde costero, cerca del punto de captación de agua marina. Esta elección de ubicación tiene como objetivo reducir la distancia entre la planta y los puntos o áreas de demanda y uso del agua. La cercanía busca optimizar los procesos de conducción y entrega del agua, siendo crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, para aclarar el concepto de "medio ambiente de toda vida marina" se hablará de ecosistemas marinos y ecosistemas litorales, ya que, según lo establecido en la Guía para Predicción y Evaluación de Impactos en Ecosistemas Marinos en el SEIA, un ecosistema "*corresponde a uno de los niveles de organización de la biodiversidad. Referido al complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional*".

Desde esta perspectiva y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y considerando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción

nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

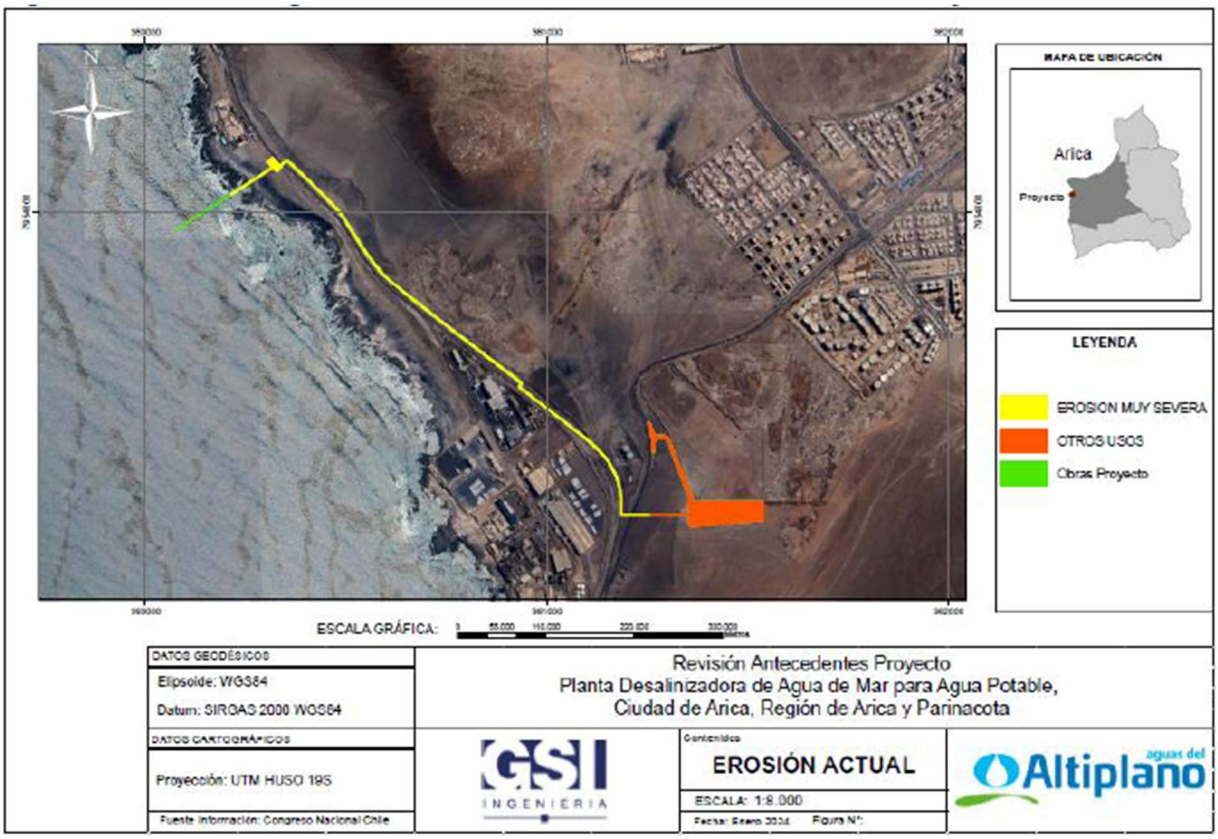
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

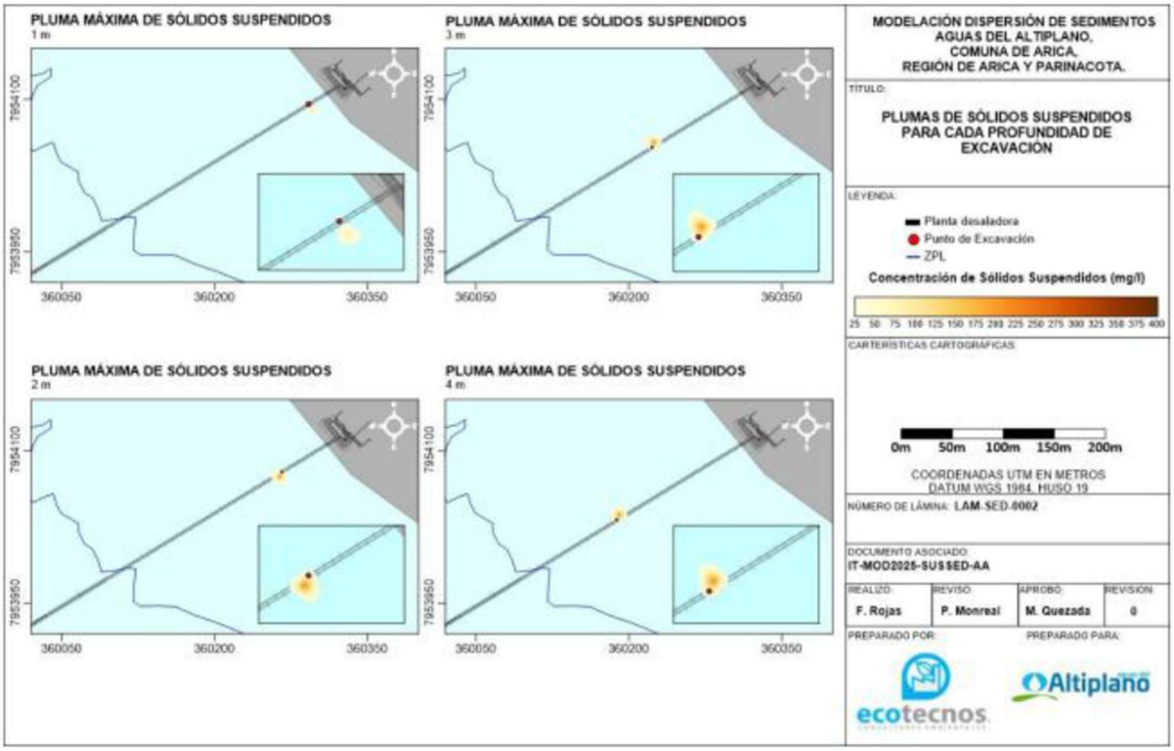
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

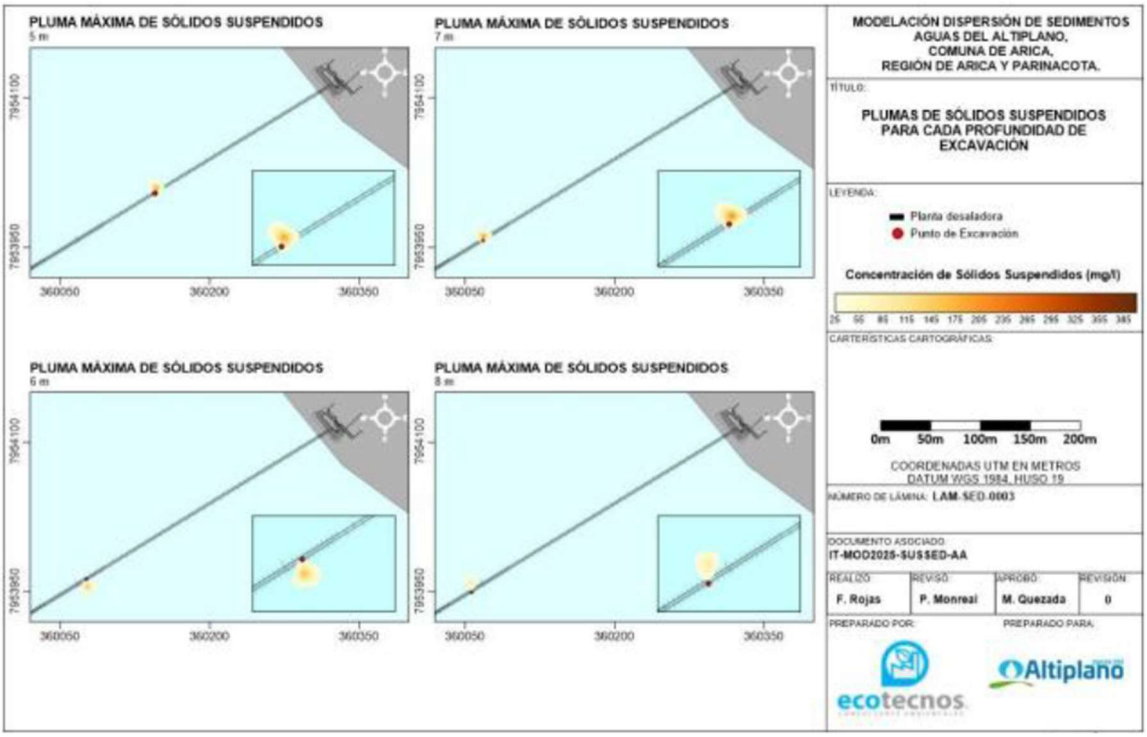
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico46

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

46 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual47

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

106. 29,5 [m] para actividades de perforación;

107. 34,3 [m] para actividades de dragado;

108. 533 [m] para actividades de embarcación;

109. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

110. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

47 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

111. 2 [m] para actividades de perforación;

112. 3 [m] para actividades de dragado;

113. 11 [m] para actividades de embarcación;

114. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

115. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

116. 613,17 [m] para actividades de perforación

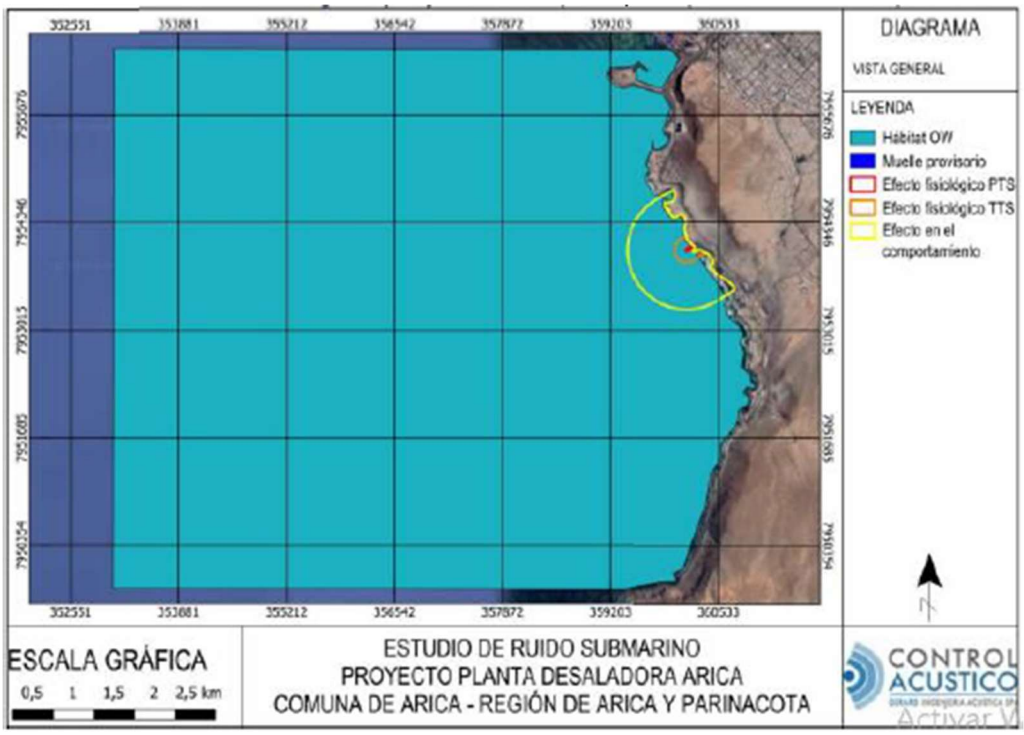
117. 730,36 [m] para actividades de dragado;

118. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

119. 3094 [m] para actividades de tronaduras

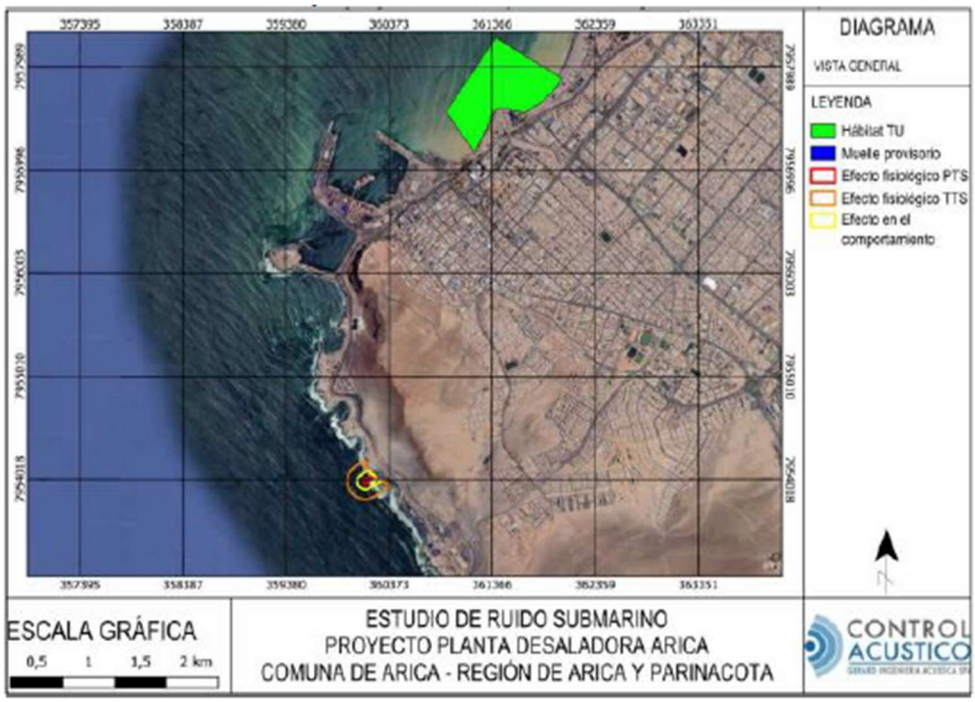
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



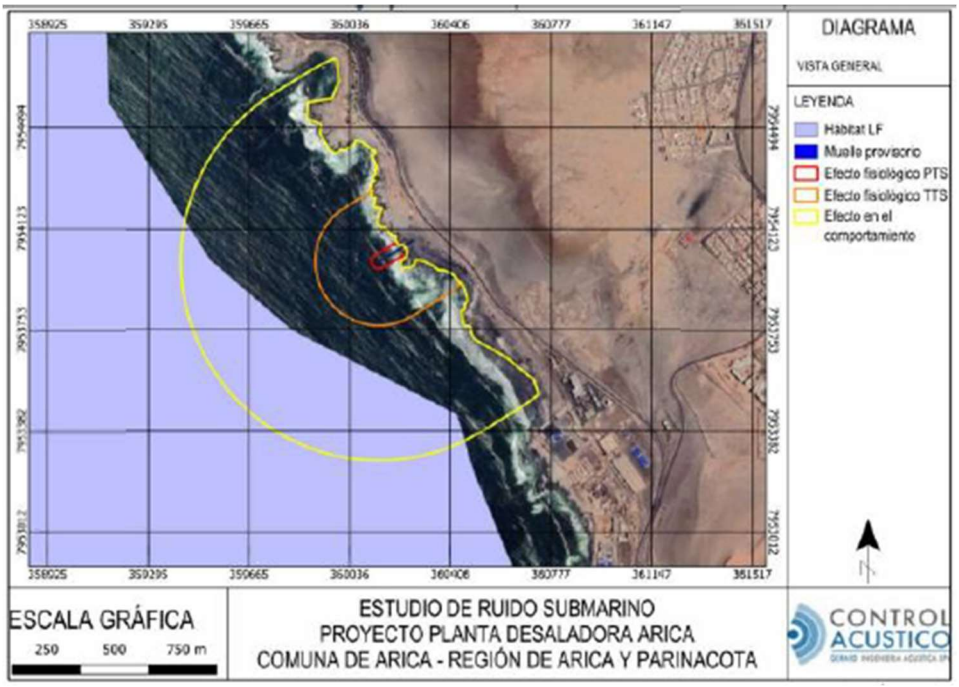
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

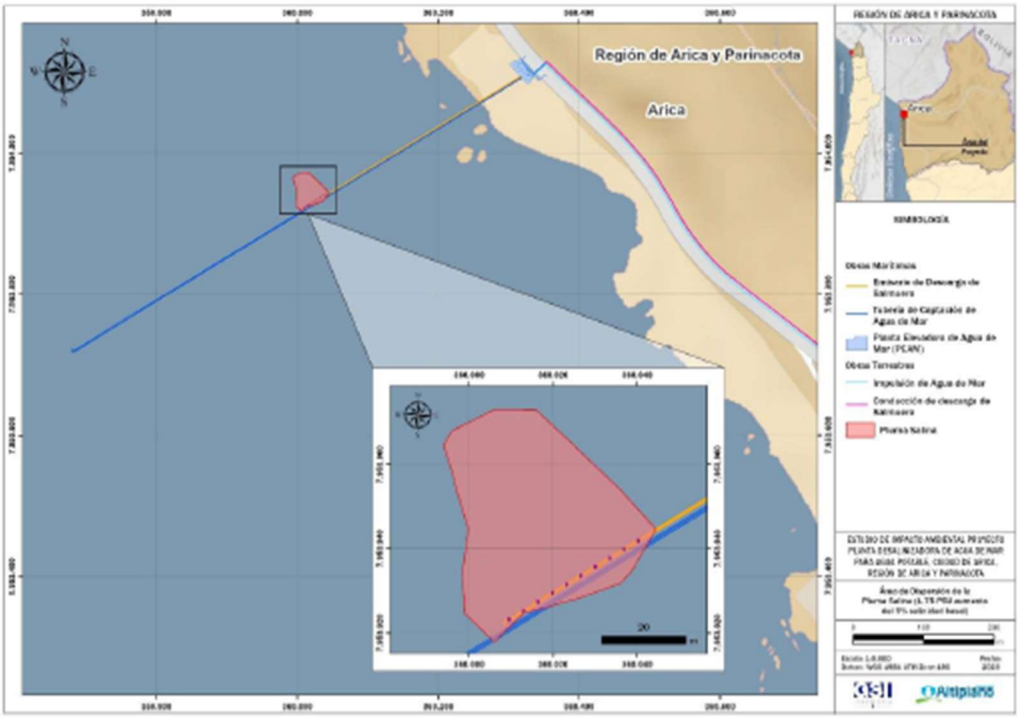
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

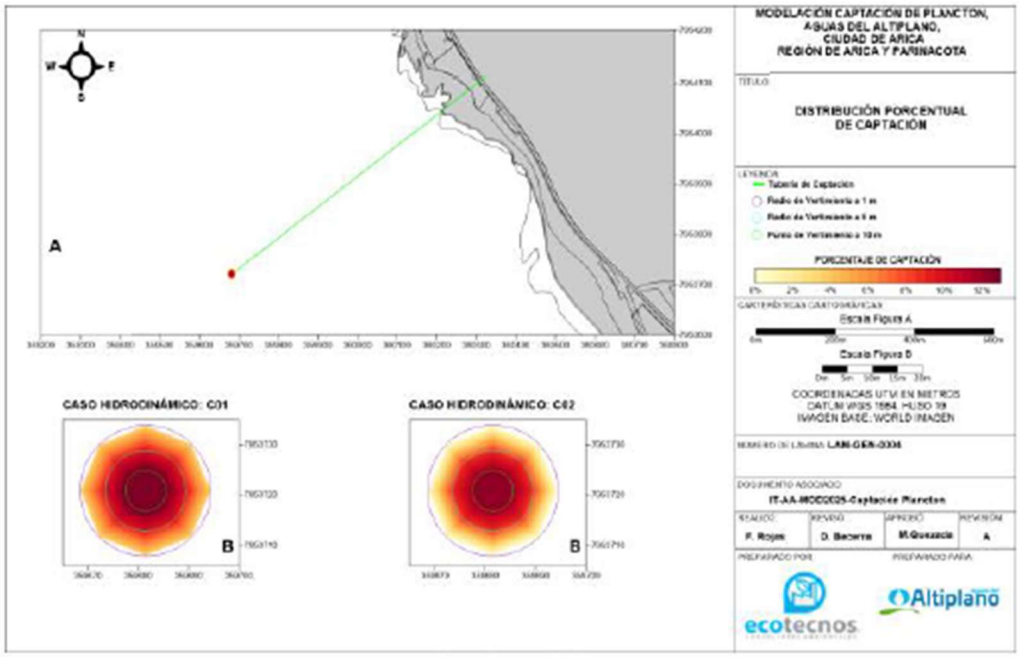
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió

que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación

significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 211:

Alimentos Marinos y Animales Marinos: En sector de Arenillas Negras se encuentra el principal producto de sustento familiar como: almejas, choro, piure, jaiba, lapa, pulpo, tomollo, pintacha, cabrilla, lenguado, sargo, dorado, pejerrey, jurel, caballa, liza, roncacho, corvina, lobos marinos, nutrias de mar, pingüinos de Humboldt, ballenas y sus crías, delfines y tuninas. Afecta en totalidad e impacta a la ciudad de Arica en turismo y economía.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Se informa que entendiendo la preocupación sobre la biodiversidad marina y el impacto en la economía local y el turismo, el Titular ha presentado medidas para evitar cualquier efecto negativo sobre los recursos marinos y las actividades económicas de la zona. En relación con la afectación de la biodiversidad marina en Arenillas Negras, respecto de la protección de la fauna y flora marina, el Titular reconoce que el ecosistema marino en Arenillas Negras es de gran valor ecológico por lo que el diseño del Proyecto considera medidas estrictas para garantizar su protección, tales como:

120. Difusores en la descarga de salmuera: Permiten una rápida dispersión de la salinidad, evitando acumulaciones locales que puedan alterar los hábitats marinos.
121. Monitoreo permanente: Se implementará un Plan de Vigilancia Ambiental que medirá en forma periódica la salinidad, temperatura y calidad del agua en la zona de influencia del proyecto.
122. Estudios científicos sobre impactos en biodiversidad: Investigaciones han demostrado que el aumento temporal de la salinidad no altera significativamente los ciclos reproductivos ni la distribución de especies marinas.
123. Ubicación estratégica de la captación y descarga: La captación de agua de mar se encuentra fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), minimizando cualquier posible interferencia con áreas sensibles.

Acerca del del impacto del Proyecto en la pesca artesanal y la economía local, el Titular señala que el proyecto ha sido diseñado para que no afecte las actividades de la pesca, el marisqueo y el turismo en Arica. Respecto de estas actividades productivas se informa que:

124. Pesca y Marisqueo:

- La salmuera no genera alteraciones en la productividad pesquera: Estudios han demostrado que la salinidad en el área de descarga se diluye rápidamente, por lo que no afecta las especies de interés comercial.
- Ejemplo de otras desalinizadoras: En plantas como la desalinizadora de Caldera, no se han registrado efectos negativos en la actividad pesquera tras años de operación.

125. Turismo:

- Infraestructura soterrada: Una vez finalizada la construcción, la infraestructura quedará soterrada, permitiendo que la playa recupere su apariencia natural y siga siendo un atractivo turístico.
- Seguridad para bañistas y deportistas: La calidad del agua se mantiene dentro de los parámetros normativos para actividades recreativas y de contacto directo.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, se implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), donde la comunidad podrá:

1. Supervisar las operaciones del proyecto en terreno.
2. Acceder a informes públicos sobre calidad del agua y biodiversidad.
3. Recibir información y participar en talleres sobre el impacto ambiental del proyecto.

Respecto de la importancia de Arenillas Negras para las actividades económicas y recreativas, así como para la biodiversidad marina el Titular ha propuesto un compromiso con los pescadores artesanales y la sostenibilidad, con el fin de priorizar la sostenibilidad ambiental y el respeto por las comunidades locales, el que se presenta en el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Ahora bien, los estudios realizados por el Titular reconocen que en el sector de Arenillas Negras existen personas que desarrollan actividades vinculadas al mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, quienes utilizan el borde costero y el espacio marino como parte de sus fuentes de trabajo. En relación con el Proyecto, se identificó que durante la fase de construcción pueden generarse restricciones temporales de acceso en el área donde se ejecutarán las obras, debido a razones de seguridad. Sin embargo, estas restricciones son acotadas en el tiempo y en el espacio, y no impiden el desarrollo de las actividades en el resto del litoral, el cual continúa disponible para su uso. Asimismo, una vez finalizada la construcción, estas restricciones desaparecen y el acceso al mar se restituye completamente.

Durante la fase de operación, no se generan restricciones de acceso al mar, y la principal interacción corresponde a la descarga de salmuera. Al respecto, se determinó que esta presenta un aumento acotado de salinidad, muy por debajo de los niveles en que se producen efectos en los organismos marinos, además de diluirse rápidamente en el mar. Por lo tanto, no se generan cambios relevantes en

la calidad del agua ni en la disponibilidad de los recursos que sustentan las actividades de pesca y recolección.

De acuerdo con los estudios presentador por el Titular, la biodiversidad marina en Arenillas Negras no será afectada, ya que la salmuera se diluye rápidamente y no genera impactos adversos en la fauna marina, por lo que la pesca y el marisqueo podrán continuar sin alteraciones, ya que no se prevé una disminución de especies comerciales ni cambios en sus ciclos de vida. Asimismo, el turismo y las actividades recreativas seguirán siendo seguros, dado que la calidad del agua se mantendrá dentro de los estándares normativos.

73. Observante: STI de Pescadores Recolectores y Ramos Conexos de Arica

Observación N° 212:

Daño económico grave: concerniente y referente al proyecto ya mencionado, se destaca lo siguiente: Que la instalación de esta planta dañara "irreparablemente" el diario vivir de nuestras familias, apuntando directamente a la economía, salud, vivienda, estudios de nuestros hijos y su alimentación, provocando que nuestras familias que se sustentan diariamente de los recursos marinos vean sus productos mermados grave e indefinidamente. Daño ecológico: Los residuos dañinos eliminados por esta planta producirán un gran daño en que se considera irreparable en el ecosistema marino y terrestre, los residuos de esta planta exterminarán un sinfín de animales que se ven aquí su hábitat o su sustento alimenticio. Como un efecto en cadena, la eliminación de la fauna marina, este sector se transformará en el "fin de ella, sin retorno" Aumento de la salinidad den el mar: Estos residuos traerán acompañados factores alternos como es la salmuera en exceso y en su proceso de limpieza del emisario, elementos químicos, siendo estos aún más dañinos. Su acumulación en el fondo marino produciendo una costra que acabará con toda vida del sector, esta sal a su vez será trasladada por las corrientes marinas a otros sectores de la costa dañando nuevos hábitats. Termino de fuente labora: los daños que causa esta planta producirán la eliminación de fuentes laborales, los recolectores de orilla y pescadores de la zona. Cabe destacar que la costa ariqueña donde se desarrollan las diferentes tareas de extracción de recurso es de solo 10 km ya que la topografía del sector de playa corazones al sur, no permite acceso a pie y solo es accesible en bote. Solo el sector de arenillas negras representa 1.5 km de costa accesible vía terrestre. Junto con saludar me dirijo a ustedes en representación de nuestro sindicato de recolectores de orilla, para expresar nuestra permanente preocupación referente al "Proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar pata Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota", titular Aguas del Altiplano S.A. El proyecto antes mencionado producirá daños irreversibles concerniente a daño ambiental, laboral, flora y fauna y el daño más grave que será el impacto directo a la economía familiar (alimentación, cuentas, estudios y desarrollo humano) e un sinfín de familias que se sustentan día a día de los recursos marinos extraídos en este sector Arenillas Negras. Este lugar es considerado uno de los mejores sectores en recursos marinos y que es posible acceder por tierra considerando que nuestro sindicato es de "Recolectores de Orilla" (buzos orilleros, recolectores y pescadores de orilla) Este sector cuenta con los siguientes recursos: Almeja, Chor, Piure, Jaiva, Lapa, Locate, Pulpo, tomollo, Chalaco, Pintacha, Cabrilla, Lenguado, Sargo, Corvina, Dorados, Pejerrey, Jurel, Caballa, Liza, Roncacho, Cabinza, Lobos Marinos. Cabe destacar que en este lugar se concentra la mayor biomasa de locos (recurso en veda) y almejas. La ciudad de Arica es un punto crucial para la migración de aves de diferentes puntos del mundo y que su alimento se encuentra en el sector cotero, la planta antes mencionada mermara estos recursos afectando a las aves. La instalación de esta planta y los trabajos que se realizaran claramente exterminaran todos estos recursos existentes y esto producirá paralelamente un impacto directo a cada persona que desarrolla las labores antes mencionadas, afectando su sustento económico el cual apunta a: alimentación, estudios, vestuario, hogar, pago de carreras técnicas y universitarias de trabajadores e hijos que son solventados directamente del mar "Sector Arenillas Negras" El daño que se producirá en esta planta iniciara un efecto en cadena, en el ciclo tanto ambiental, fauna marina y en la economía familiar de personas vulnerables que ven su sustento diario en el mar, lugar que ha permitido durante años el desarrollo de estos. Se deja claramente expresada nuestra preocupación por lo puntos antes mencionados y a su vez se solicita

que se realicen las evaluaciones y medidas que permitan llegar a "cero" los daños antes mencionados, considerando que cualquier eslabón de esta cadena que sea dañado afectara el resto de forma irreversible.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta acerca de un daño económico grave, el Proyecto ha sido diseñado presentando medidas de mitigación ambiental y social para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

En cuanto al impacto económico, para la implementación de este Proyecto, el Titular ha analizado el caso de la desaladora de Caldera, que opera bajo condiciones similares y ha demostrado que la pesca artesanal y las actividades marinas pueden coexistir sin afectaciones significativas; y que estas actividades no han registrado pérdidas en la recolección de mariscos ni en la economía de los trabajadores del mar.

Adicionalmente, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad supervisar de manera transparente las operaciones del proyecto, asegurando que cualquier inquietud sea atendida con base en datos técnicos. Se desarrollarán instancias de diálogo y capacitación, además de medidas de apoyo para fortalecer las actividades económicas locales y garantizar que la comunidad pueda continuar con su estilo de vida sin perjuicio.

Por lo tanto, en base a los estudios técnicos realizados y las estrategias de mitigación implementadas, no se prevé un daño económico grave ni irreparable para las familias que dependen de los recursos marinos.

Respecto del daño ecológico, se informa que el diseño del Proyecto incorpora tecnologías avanzadas y medidas de mitigación que aseguran que no se produzca un daño ecológico irreparable en los ecosistemas marinos y terrestres.

En primer lugar, la principal emisión del proceso de desalación es la salmuera, cuya gestión se ha diseñado bajo estrictos estándares ambientales para evitar impactos negativos en la biodiversidad. El

subproducto generado durante el proceso de desalación, y consiste en una solución de agua con una concentración de sal levemente superior a la del agua de mar natural. Aunque la salmuera posee características muy similares a las del agua común de mar, la concentración de sales en esta solución es algo más alta, pero no supera el 5%. Este residuo se produce en el proceso de ósmosis inversa, que separa las sales y otros minerales del agua, dejándola apta para su uso en consumo humano o industrial. Si bien la salmuera tiene una composición similar a la del agua marina, su manejo adecuado es crucial para evitar efectos adversos en el ecosistema marino. Para minimizar su impacto, se emplean tecnologías como difusores de alta eficiencia, que permiten diluir la salmuera de manera uniforme en el océano, garantizando que su concentración se reduzca rápidamente y no altere significativamente las condiciones naturales del medio ambiente. Este enfoque, aplicado en diversas plantas desaladoras a nivel mundial, ha permitido una gestión adecuada de la salmuera puede proteger los ecosistemas marinos y prevenir daños a la biodiversidad.

El Proyecto utilizará sistemas de difusión avanzada, que permiten que la salmuera se diluya de manera homogénea y rápida, evitando la acumulación de altas concentraciones de sal en zonas específicas y reduciendo al mínimo cualquier posible efecto sobre la vida marina. Esta tecnología ha sido utilizada con éxito en plantas desaladoras en Chile y el mundo, demostrando su eficacia en la protección de los ecosistemas acuáticos.

Además, el proyecto cumple con la normativa ambiental chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales para la descarga de efluentes. Esto significa que antes de su implementación, se han realizado estudios de modelación y monitoreo ambiental para garantizar que la salmuera se diluya adecuadamente y no afecte la fauna ni la flora marina.

Por otro lado, no se generarán residuos tóxicos ni contaminantes químicos que puedan poner en riesgo la biodiversidad. Las aguas residuales industriales de la planta serán tratadas antes de cualquier descarga, asegurando que no representen una amenaza para el medio ambiente.

El Proyecto también considera un Plan de Monitoreo Ambiental, en el que se evaluará constantemente la calidad del agua y los efectos en la biodiversidad marina, permitiendo ajustes inmediatos en caso de ser necesario. Además, se implementará un Programa de Participación Comunitaria, para que pescadores, mariscadores y la comunidad en general puedan conocer de primera mano los resultados del monitoreo y expresar sus inquietudes.

En relación con el aumento de la salinidad en el mar debido a la salmuera generada por el proceso de desalación, es importante aclarar que, aunque la salmuera contiene concentraciones de sal más altas que el agua de mar convencional, estas concentraciones no son excesivas ni permanentes. La salmuera generada por el proceso de desalación, con una concentración que no supera el 5% de sal, es dispersada de manera controlada a través de sistemas avanzados de difusión, como los difusores de alta eficiencia, que permiten que la salmuera se mezcle rápidamente con el agua circundante, minimizando el impacto ambiental.
Además, los estudios técnicos y los resultados de proyectos similares, como la desaladora de Caldera, demuestran que este proceso no genera acumulación de sal en el fondo marino ni provoca la formación

de costras que puedan dañar de manera permanente la vida marina. El monitoreo constante de la salinidad y otros parámetros ambientales es una práctica común en estas instalaciones para asegurar que los niveles de salinidad se mantengan dentro de los límites seguros para la biodiversidad local.

En cuanto a los posibles efectos sobre los hábitats marinos, se destaca que la salmuera es muy similar al agua de mar, y su presencia no tiene efectos perjudiciales significativos sobre la fauna y flora marina.

Es importante resaltar que el proceso de mantenimiento regular del emisario es una práctica estándar que garantiza su buen funcionamiento y minimiza cualquier posible impacto ambiental. En este proceso, se utilizan químicos específicos para limpiar y desinfectar el sistema, pero estos productos son cuidadosamente seleccionados para que, al final de su uso, se neutralicen y se conviertan en sales, minerales y agua, elementos que ya están naturalmente presentes en el agua de mar. Esto asegura que los productos utilizados no generen un impacto negativo sobre el entorno marino.

Además, los químicos empleados en el mantenimiento del emisario solo se utilizan en situaciones específicas y controladas, como en la limpieza de las rejas de captación. Estas rejas son retiradas para su limpieza fuera del agua, evitando así que los productos químicos entren directamente en contacto con el medio marino. Es relevante también mencionar que todos los químicos utilizados están autorizados por la autoridad marítima, lo que garantiza que su aplicación se realiza de acuerdo con las normativas y regulaciones vigentes, con especial cuidado en proteger la biodiversidad y el equilibrio ecológico del área.

El uso de estos productos químicos, tanto dentro como fuera de la planta desaladora, se realiza bajo estrictas medidas de seguridad y supervisión, asegurando que no afecten la calidad del agua ni los ecosistemas marinos cercanos. Así, el impacto de estos procedimientos se minimiza y se garantiza la sostenibilidad ambiental del proyecto en su conjunto.

En relación con el término de la fuente laboral, se informa que el Proyecto de la planta desaladora no tiene como objetivo eliminar fuentes laborales, sino más bien integrar tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos marinos y garantizar que las actividades económicas, como la pesca y la recolección de mariscos, continúen desarrollándose sin riesgos significativos. El impacto de la planta será temporal y de carácter controlado, y en ningún caso se busca poner en peligro el sustento de las familias que dependen de estas actividades.

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

4. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.

5. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.

En relación con los supuestos daños ambientales, flora y fauna, así como laborales como el daño directo a la economía familiar, se informa que el Titular del Proyecto ha presentado el diseño de una serie de medidas para gestionar los posibles impactos en el ecosistema marino y la vida económica de la región.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué

componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

6. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
7. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
8. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
9. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa

que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y

campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

10. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
11. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.

12. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

13. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
14. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

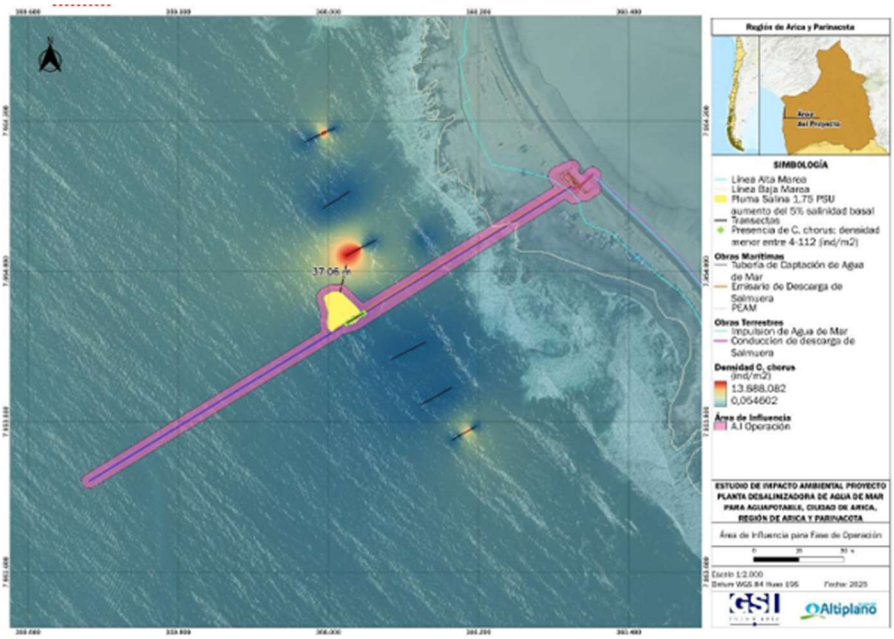
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico

en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento

modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    7. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    8. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    9. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina
    22. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    23. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    24. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.

9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
12. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
13. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
14. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

74. Observante: Escuela Deportiva Social y Cultural Chinchorro

Observación N° 213:

Resguardo y conservación de vestigios arqueológicos: ¿tienen un plan de trabajo para cuidar y preservar los vestigios arqueológicos? Reutilización de espacios usados por Corpesca: la conexión que tiene Corpesca es demasiado grande e invasiva para querer destruir otro lugar de la playa Optar por la reutilización de espacios dañados por CORPESCA y más aún ahora que se fueron a Iquique. No botar nada al mar: Optar por soluciones más ingeniosas y no contaminar el mar como lo ha hecho Corpesca y Golden Omega. Las simulaciones realizadas y oxigeno: ¿Las simulaciones realizadas considerar la reducción de oxígeno presente y sus efectos en la fauna marina? Los antiescalantes usados y sus efectos en la fauna marina y la gente:¿hay un estudio con respecto a los efectos que traería sobre la salud de los bañistas y fauna marina producto de la presencia de autoescalantes en la salmuera? Normativas y directrices: No se apoyan bajo ninguna norma internacional o directrices aplicadas en otras desalinizadoras para validar si están dentro de las concentraciones de sal permisible La simulación realizada en la zona de descarga:¿La simulación contempla la distribución de la salinidad con respecto a las corrientes presentes en esa zona? La simulación no considera la presencia de la salmuera botada por la desaladora de Golden omega. Presentación de una sola propuesta para la ciudad: optar por más alternativas menos dañinas para el ecosistema y darle un eso a la salmuera como: evaporación solar, cristalización y recuperación de sales y usos en la construcción y agricultura Fauna marina (proceso de intervención7construccion): al momento de realizar todas las explosiones e intervenciones ¿Qué pasara con toda la fauna marina?¿tienen un plan o considerada la preservación de la vida? Elementos químicos de mantención que utilizaran:¿sabe cómo afecta a las personas y fauna marina el líquido que desechan al mar? Plan para desechar residuos y líquidos al mar: es de suma urgencia y extremadamente importante que no boten devuelta al mar sus desechos y busquen métodos que ya existen para no afectar al medio ambiente, que es lo más importante. No olviden que la contaminación que planean traer a nuestra costa no solo afecta a la región de Arica , afecta a todo el mundo. Acceso al borde costero: ¿Qué pasara con el acceso al borde costero cuando se de inicio a la construcción de la obra? (en consideración con la gente que utiliza el borde y la gente de la región que transita habitualmente), ¿tienen contemplado algún mecanismo de acceso para las personas que ocupan este sector?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta acerca de la protección de los vestigios arqueológicos, y las medidas que se implementarán para cuidar y preservar estos mismos, el Proyecto ha presentado los antecedentes para garantizar la protección del patrimonio cultural en la zona de Arenillas Negras.

En efecto, el Titular ha llevado a cabo un análisis arqueológico (ver Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional), para identificar y proteger cualquier vestigio arqueológico presente en las áreas de intervención. Las medidas contempladas incluyen:

1. Recolección superficial de restos prehispánicos: Se ejecutará una grilla de unidades de 2 x 2 m en las áreas de intervención para garantizar la recuperación total de los vestigios arqueológicos. Este trabajo incluirá: i) Registro fotográfico y dibujo de planta de todos los restos encontrados; y ii) Barrido y tamizado de sedimentos superficiales para recuperar materiales arqueológicos, asegurando que ningún elemento sea pasado por alto.
2. Rescate arqueológico previo a la intervención: Antes de iniciar cualquier obra de excavación, se realizará un rescate arqueológico integral, lo que asegura que no se afecten áreas con restos arqueológicos importantes, como las momias Chinchorro.

Además, durante la ejecución de las obras, se garantizará la presencia de arqueólogos profesionales acreditados, quienes supervisarán continuamente las excavaciones para identificar cualquier hallazgo no previsto. En caso de encontrarse vestigios arqueológicos adicionales, se aplicarán protocolos estrictos, tales como:

3. Detención inmediata de las obras: Si se identifica un hallazgo, las actividades se detendrán en el área correspondiente para evaluar el descubrimiento.
4. Registro y rescate de los vestigios: Los arqueólogos realizarán un registro detallado y el rescate de los restos, siguiendo los lineamientos del PAS 132 y de la legislación vigente en Chile, como la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales.

El Proyecto presentó medidas preventivas y correctivas que permitan asegurar la protección de los bienes patrimoniales. Además:

5. No se realizarán intervenciones en áreas con restos arqueológicos identificados hasta que estos hayan sido rescatados y documentados de manera adecuada.
6. El proyecto ha incorporado un compromiso con el rescate arqueológico para garantizar que todos los materiales recuperados sean entregados al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) para su conservación y estudio.

El proyecto también considera la importancia de informar y sensibilizar a los trabajadores involucrados en las obras, mediante capacitaciones específicas sobre la relevancia cultural de los hallazgos arqueológicos en la zona y las medidas necesarias para su protección. El Proyecto ha presentado un diseño que permita garantizar que las excavaciones que se realcen no afecten los vestigios arqueológicos, incluyendo las momias Chinchorro. Los antecedentes técnicos presentados en el Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional, aseguran el rescate, protección y conservación de todos los hallazgos, cumpliendo con los estándares de las medidas arqueológicas y la legislación nacional vigente.

En definitiva, los antecedentes presentados por el Titular respecto del patrimonio cultural del Proyecto permitieron identificar los hallazgos existentes, así como evaluar los eventuales riesgos de afectación. En el caso de la arqueología, se confirmó que existe un sitio con mayor relevancia (SA-01), donde podrían verse afectados restos asociados a antiguas ocupaciones humanas. Por esta razón, el Proyecto

reconoció ese impacto como significativo y definió medidas concretas y obligatorias para proteger, rescatar y documentar adecuadamente ese patrimonio antes y durante la construcción, todo bajo supervisión de especialistas y con control directo del Consejo de Monumentos Nacionales. A continuación, se detallan los impactos relacionados con las partes y obras del proyecto:

7. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Instalación de Faenas PEAM.
8. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Marítimas - Tramo Terrestre.
9. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Instalación de Faenas PTOI.
10. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Anexas.
11. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Terrestres.

En los demás sectores arqueológicos identificados, los restos se encontraron mayormente removidos, mezclados o en superficie, producto de intervenciones anteriores. Aun así, el proyecto incorporó medidas de rescate, monitoreo permanente, cercos de protección, señalización visible y capacitación obligatoria a todos los trabajadores, asegurando que cualquier hallazgo sea tratado con el cuidado que corresponde. Las medidas, cuyo detalle se pueden consultar en el Anexo 2.3 de la Adenda Excepcional, son las siguientes:

12. Medida de Mitigación N°1: Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada).
13. Medida de Mitigación N°2: Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva).
14. Medida de Mitigación N°3 – Monitoreo Arqueológico Permanente.
15. Medida de Mitigación N°4 – Charlas de Inducción Arqueológica Mensual.
16. Medida de Mitigación N°5 – Señalización, cercado provisorio y barrera física de sitios y hallazgos arqueológicos.

Además, se establecieron planes para actuar frente a hallazgos no previstos, incluyendo la detención inmediata de obras y la notificación a la autoridad competente, llamado, Riesgo: "*Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico*", en la fase de construcción. A su vez, el titular comprometió la implementación de dos compromisos ambientales, para asegurar el resguardo de este recurso, cuyo detalle se puede consultar en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria. Estos son:

17. Mural informativo y/o estructura interpretativa en fase de construcción, cuyo objetivo es promover la educación patrimonial y reforzar la protección de los hallazgos arqueológicos y/o elementos patrimoniales protegidos por la Ley N° 17.288 presentes en el área del proyecto.
18. Folleto informativo e inducción al personal de mantención en fase de operación, cuyo objetivo es prevenir la afectación del patrimonio arqueológico presente en sectores aledaños al proyecto durante la fase de operación, mediante la entrega de información clara y la prohibición expresa de intervenciones de subsuelo fuera del área autorizada.

En el caso del patrimonio paleontológico, los fósiles identificados se encuentran en formaciones rocosas expuestas y presentan, en general, un estado de conservación regular a bajo, muchos de ellos

fragmentados por procesos naturales. Considerando su condición superficial y la naturaleza de las obras, se determinó que el proyecto no genera un impacto significativo sobre esta componente. No obstante, igualmente se establecieron compromisos preventivos, como monitoreo paleontológico durante la construcción y charlas de inducción a los trabajadores, para asegurar que cualquier nuevo hallazgo sea protegido y reportado oportunamente. Estos son:

19. Charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Ver Cuadro 7.14 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).
20. Monitoreo Paleontológico cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Paleontológico) (Ver Cuadro 7.15 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Finalmente, respecto a la fase de operación, cuando la planta ya esté funcionando, se concluyó que no se realizarán excavaciones ni intervenciones del suelo en los sectores con valor patrimonial. Por ello, no se generan impactos significativos en esta fase. Aun así, el proyecto incorporó medidas preventivas adicionales, como inducciones al personal de mantención y procedimientos específicos ante eventuales emergencias (Riesgo: "Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico" en la fase de Operación), reforzando el compromiso de resguardar el patrimonio cultural en el tiempo.

En síntesis, el Proyecto no desconoce la presencia de patrimonio cultural en el área, razón por la que presentó una serie de medidas para su protección, rescate y manejo adecuado, con supervisión especializada y control de la autoridad competente en la materia. De esta manera, se pretende que el desarrollo del Proyecto sea compatible con el cuidado y respeto del patrimonio cultural del sector.

Respecto de la reutilización de otros espacios, se debe indicar que, si bien es cierto que las instalaciones portuarias de la mencionada empresa ya se encontrarían cerradas, la planta de harina y aceite de pescado sigue en operación en la playa de Arenillas Negras, solo que ahora la materia prima es provista desde la ciudad de Iquique, lo que imposibilitaría instalar el Proyecto en ese sector.

Acerca de la preocupación sobre la contaminación del mar y las experiencias pasadas que se habrían tenido con las mencionadas compañías, se informa que la contaminación marina es un tema crucial que afecta la biodiversidad, las actividades pesqueras y la salud de los ecosistemas marinos; y que la la falta de gestión adecuada de residuos ha generado graves consecuencias para los entornos marinos y las comunidades costeras. Al respecto, se debe informar que, el único residuo generado por la planta desalinizadora es la salmuera, un efluente compuesto únicamente por agua de mar con una concentración de sales levemente superior a la del agua marina natural. Para asegurar que esta descarga no cause efectos negativos en el ecosistema marino, se implementará un sistema de emisarios con difusores, específicamente diseñados para permitir una rápida dilución de la salmuera en el océano, evitando alteraciones en la biodiversidad marina y preservando las condiciones adecuadas para la vida acuática.

El proyecto contempla la instalación de ocho difusores distribuidos en intervalos de 4 metros a lo largo de los últimos 40 metros del emisario. Estos difusores están diseñados para lograr una dispersión

rápida y eficaz de la salinidad, y el diseño también aprovecha las corrientes naturales de la zona, lo que favorece una dispersión eficiente. Por ello, es fundamental distinguir este efluente del residuo generado por la planta productiva, cuyo proceso industrial produce residuos orgánicos con alta carga de materia orgánica y nutrientes que pueden afectar la calidad del agua y generar impactos ecológicos si no se gestionan adecuadamente. En cambio, la planta desalinizadora no genera ni descarga materia orgánica, ni nutrientes, ni productos químicos contaminantes, lo que reduce significativamente el riesgo de impactos ambientales adversos.

Además, el Proyecto contempla un plan de monitoreo ambiental continuo, que permitirá evaluar los efectos de la descarga de salmuera en el medio marino y garantizar que no se altere la calidad del agua, ni la fauna local. Estos monitoreos estarán disponibles para las autoridades ambientales y la comunidad, promoviendo la transparencia en la operación de la planta.

Respecto de la preocupación sobre la "zona de sacrificio", se informa que el Proyecto busca compatibilizar la operación de la planta con el entorno y las actividades locales. En este sentido, la planta desalinizadora no se ubicará directamente en la playa, sino en un sector con una cota de inundación elevada, al sur de la Avenida San Ignacio de Loyola, lo que garantiza que las actividades recreativas y de esparcimiento que se realizan en la playa no se verán afectadas. La única intervención en la playa será la instalación de una planta elevadora de agua de mar, que ocupará solo un 2,8%% de la superficie total de la playa (equivalente a 1.119 m²), lo que representa una intervención temporal. El 97,2% restante de la playa continuará estando disponible para el esparcimiento y las actividades de la comunidad, tanto durante la fase de construcción como una vez terminada la obra.

Sobre la preocupación del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, especialmente en relación con la concentración de sales y su efecto sobre el oxígeno disuelto en el agua, se informa que, la salmuera contiene una concentración de sales levemente superior al agua de mar original, alcanzando hasta un 5% en comparación con el 3,5% del océano. Este aumento en la salinidad puede, en efecto, generar una disminución en los niveles de oxígeno disuelto en las inmediaciones del punto de descarga, lo que podría afectar temporalmente a peces, moluscos y otros organismos marinos cercanos. Sin embargo, este efecto es transitorio, ya que la salmuera se disipa rápidamente en el agua de mar y alcanza niveles normales de salinidad en un corto período y a pocos metros del punto de descarga. Para evitar impactos prolongados, el diseño del sistema de descarga de la desaladora incluye difusores especializados que permiten una dispersión eficiente de la salmuera, asegurando que cualquier alteración en la salinidad y en el oxígeno disuelto se mantenga dentro de los márgenes ambientales seguros.

La operación de la desaladora está regulada por normativas ambientales estrictas que garantizan que los vertimientos al mar no generen efectos adversos en el ecosistema. En Chile, el Decreto Supremo N° 90/2000 establece los límites para la descarga de residuos líquidos al mar, asegurando que los parámetros de salinidad, temperatura y otros elementos químicos se mantengan dentro de niveles compatibles con la preservación del ecosistema marino.

Además, el proyecto cuenta con un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el cual incluye monitoreos periódicos para evaluar la calidad del agua y la biodiversidad marina en el área de influencia del emisario. Este seguimiento permite detectar cualquier variación en las condiciones del entorno y aplicar medidas correctivas si es necesario.

Si bien un aumento puntual en la salinidad podría generar una disminución del oxígeno disuelto en la zona inmediata de descarga, este efecto es de corta duración y no representa un impacto permanente en la biodiversidad marina. El Proyecto compromete que la implementación de las medidas de control, la tecnología de difusión de la salmuera y el cumplimiento de normativas ambientales, garantizan que la operación de la desaladora se realice de manera sostenible y en equilibrio con el medio ambiente.

Respecto de los antiescalantes, como el metabisulfito de sodio, se informa que estos son productos químicos utilizados en la desaladora principalmente en las siguientes fases:

1. Pretratamiento del agua: Durante esta fase, se añaden productos como el metabisulfito de sodio para evitar la formación de incrustaciones de minerales como el calcio y el magnesio, que podrían obstruir las membranas de las plantas de ósmosis inversa.
2. Limpieza de los sistemas de filtración: Los antiescalantes también se utilizan para limpiar las membranas de los sistemas de filtración y mantener su eficiencia operativa.

Es importante destacar que los productos utilizados en la desalación, como el hipoclorito de sodio y el metabisulfito de sodio (antiescalante), se neutralizan entre sí durante el proceso. La neutralización resulta en la formación de sales inofensivas, tales como cloruro de sodio (NaCl) y sulfato de sodio (Na_2SO_4), que son compuestos naturales presentes en el agua de mar. Debido a este proceso de neutralización, no se espera que los productos químicos empleados en el tratamiento del agua de mar generen un impacto negativo en el ecosistema marino. Los productos resultantes, como el cloruro de sodio, son comunes en el agua de mar y no representan una amenaza significativa para la fauna marina. En efecto, la salmuera es el agua residual que queda después del proceso de ósmosis inversa y contiene una concentración de sales levemente mayor en comparación con el agua de mar original. Si bien su concentración es más alta, esto no significa que sea tóxica ni que contenga contaminantes peligrosos. Para minimizar cualquier impacto en el ecosistema marino, se han implementado las siguientes estrategias:

3. Tecnología de descarga con difusores submarinos:
4. La salmuera se descarga mediante un sistema de difusores que permite su dispersión inmediata en el mar.
5. Los difusores están diseñados para diluir rápidamente la salinidad al mezclar la salmuera con el agua circundante.
6. Gracias a este sistema, la concentración de sales vuelve rápidamente a los niveles normales del agua de mar, evitando la acumulación en un solo punto.

7. Condiciones geográficas y oceanográficas favorables:
8. Estudios oceanográficos demostraron que las corrientes marinas y la renovación del agua favorecen la rápida dispersión de la salinidad.

9. Estas condiciones aseguran que la salmuera no se concentre en un solo lugar ni afecte los ecosistemas marinos cercanos.

En cuanto a la salud humana, como el antiescalante y otros productos químicos que se neutralizan en el proceso, los niveles de estos compuestos en la salmuera son mínimos y no se espera que representen un riesgo para la salud de los bañistas ni para las personas que entren en contacto con el agua en la zona de descarga. El agua de mar en la zona cercana a la descarga de salmuera seguirá siendo segura para el baño y el trabajo marítimo. Esto se debe a que:

10. Cumplimiento normativo: La descarga de salmuera debe cumplir con el Decreto Supremo 90, Tabla 5, que regula los residuos líquidos en cuerpos de agua marinos. Esta normativa es más estricta que la NCh 1333, que establece criterios de calidad para actividades recreativas, por lo que el agua en la zona será apta para el contacto con la piel.
11. No hay productos tóxicos en la descarga: La salmuera no contiene productos químicos peligrosos. Todos los agentes utilizados en la limpieza del sistema son neutralizados antes de ser descargados, convirtiéndose en sales naturales del agua de mar.
12. Salinidad dentro de parámetros seguros: La salinidad del agua en la zona de descarga aumenta solo un 5% en un área localizada, y se diluye rápidamente gracias a los difusores submarinos. Este cambio es insuficiente para generar efectos adversos en la piel o en la salud humana.

No hay evidencia científica que indique que la salmuera de una planta desalinizadora, operando bajo las regulaciones ambientales exigidas, cause efectos en la piel, la visión o la salud de las personas que se bañan en el mar o trabajan en él:

13. Irritación en la piel o los ojos: El nivel de salinidad en la zona de descarga no alcanza niveles peligrosos para causar irritación en la piel o los ojos. De hecho, muchas personas buscan aguas con mayor salinidad para terapias dermatológicas.
14. Consumo accidental de agua de mar: El agua en la zona cumple con los límites normativos y no representa un riesgo por contacto. La ingestión accidental de pequeñas cantidades de agua en la playa no tiene efectos adversos distintos a los del agua de mar natural.
15. Contaminación microbiológica: La planta desalinizadora no introduce bacterias ni virus en el agua, ya que no maneja residuos orgánicos o industriales.

En relación con la consulta sobre las normativas y directrices aplicadas en el proyecto de desaladora, se informa que el diseño y la operación del Proyecto están respaldados por diversas normativas nacionales e internacionales, que aseguran el cumplimiento de las concentraciones de sal y otros parámetros relevantes para la protección del medio ambiente marino. Entre estas normativas se incluyen:

16. Decreto Supremo N° 90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES): Este decreto regula las condiciones de descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos y continentales, estableciendo los límites máximos de concentración para las descargas de salmuera. El proyecto cumplirá con los parámetros establecidos en la Tabla N°5 de este decreto, garantizando que las concentraciones de salmuera sean seguras para el ecosistema marino.

17. Normas de la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos: La EPA establece directrices específicas para la descarga de salmuera en cuerpos marinos, enfocándose en evitar un aumento significativo de la salinidad que pueda afectar la fauna marina y las actividades pesqueras. Según las directrices de la EPA, un incremento de salinidad superior al 5% en el medio marino no debe ocurrir. El uso de difusores submarinos en el proyecto asegura que la salmuera se diluya adecuadamente, respetando este límite.
18. Artículo 136 de la Ley N° 18.892/1989 - Ley General de Pesca y Acuicultura: Esta ley establece sanciones severas para aquellos que introduzcan agentes contaminantes, incluidos productos derivados de la desalación, sin cumplir con las condiciones legales. En este contexto, el proyecto de desaladora debe garantizar que la descarga de salmuera cumpla con los límites permitidos y no cause daño a los recursos hidrobiológicos, especialmente a la pesca artesanal.
19. Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters (ANZECC, 1992): Estas normas australianas establecen que un incremento de la salinidad en el medio marino no debe superar el 5% de la salinidad base en el sitio receptor. Para cumplir con esta norma, el proyecto utilizará difusores submarinos para mejorar la dilución de la salmuera en el mar, asegurando que el impacto de la descarga sobre la salinidad del agua sea mínimo y no exceda los límites permisibles.

El cumplimiento de estas normativas internacionales y nacionales permiten asegurar que las concentraciones de sal en el efluente descargado se mantengan dentro de los límites permisibles, minimizando cualquier impacto negativo sobre el ecosistema marino. Además, el proyecto implementará un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) para monitorear de manera constante la calidad del efluente y garantizar el cumplimiento de las normas.

En relación con la simulación realizada en la zona de descarga para considerar la distribución de la salinidad en función de las corrientes marinas presentes en el área de estudio, se informa que el Proyecto utilizó datos oceanográficos que incluyen velocidad y dirección de las corrientes, además de condiciones de mezcla y dispersión propias del sector. Es importante señalar que los análisis previos a la instalación de la planta consideran las condiciones actuales del mar, incluyendo la posible presencia de otros vertimientos. En caso de que existiera alguna otra planta que descargara salmuera en la zona, sus efectos estarían reflejados en la caracterización inicial del medio marino. Sin embargo, en el área donde se proyecta la descarga de salmuera de este proyecto, no existe otra planta que vierta algún tipo de desecho al mar, por lo que el análisis es representativo de la realidad actual. Respecto a la planta desalinizadora de la industria pesquera, su descarga de salmuera no fue incorporada en la simulación, dado que se encuentra fuera del área de influencia de este proyecto y no impacta las condiciones del sitio receptor.

Respecto de la consulta sobre la propuesta para la ciudad, el análisis técnico y ambiental realizado por el Titular, busca minimizar los impactos en el ecosistema marino, cumpliendo con la normativa vigente y asegurando una gestión adecuada de la salmuera generada. Si bien existen alternativas como la evaporación solar, cristalización y recuperación de sales, o su uso en la construcción y agricultura, estas opciones presentan limitaciones en términos de viabilidad técnica, económica y ambiental para

el contexto específico del proyecto. La evaporación solar, por ejemplo, requiere grandes extensiones de terreno y condiciones climáticas óptimas, lo que no siempre es factible. La cristalización y recuperación de sales demandan procesos industriales adicionales con altos costos de implementación y operación. Por otro lado, el uso en construcción y agricultura depende de estudios adicionales para determinar su factibilidad y seguridad en cada aplicación. La alternativa seleccionada considera la descarga de salmuera al mar a través de un emisario submarino con tecnología de difusión, lo que permite una dilución eficiente y la protección del ecosistema marino. Además, el proyecto contempla un Programa de Vigilancia Ambiental para monitorear los efectos de la descarga y garantizar el cumplimiento de los límites de salinidad establecidos en la normativa aplicable, tales como el D.S. N°90/2000 y las Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters (ANZECC, 1992), que establecen un incremento máximo del 5% de la salinidad base del sitio receptor.

Si en el futuro se desarrollan tecnologías más eficientes y viables para el aprovechamiento de la salmuera, estas podrían ser evaluadas como parte de mejoras en la gestión del proyecto.

Respecto del impacto sobre el ecosistema marino, se informa que el Proyecto ha sido diseñado para minimizar cualquier impacto ambiental en el ecosistema marino. La descarga de salmuera y otros residuos líquidos se realizará de manera controlada, cumpliendo con estrictas normativas nacionales e internacionales, y garantizando que no se generen efectos adversos en la fauna y flora marina. A saber:

20. Naturaleza de la salmuera: La salmuera generada en el proceso de desalación no es un residuo tóxico; es simplemente agua de mar con una concentración de sal ligeramente mayor que la del agua oceánica natural. Su descarga está diseñada para lograr una rápida dispersión y dilución, evitando la acumulación de sal en el fondo marino.
21. Ausencia de impacto significativo: Los estudios previos han analizado las condiciones actuales del mar, incluyendo la presencia de otras fuentes de vertimiento. En este caso, no existe otra planta desaladora en la zona que esté descargando salmuera, por lo que la modelación de dispersión y dilución ha considerado un escenario realista y representativo.
22. Tratamiento y neutralización de químicos: Los productos químicos utilizados en la mantención de la planta, como agentes antiincrustantes y biocidas, son sometidos a procesos de neutralización antes de su descarga. Como resultado, se transforman en sales neutras que ya forman parte del agua de mar de forma natural, sin generar un impacto negativo en la calidad del agua ni en la biodiversidad.
23. Cumplimiento normativo: La gestión de los residuos líquidos se realiza en conformidad con el D.S. N°90/2000, las normativas de la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU., y la normativa australiana sobre descargas marinas, asegurando que los parámetros de calidad del agua sean respetados en todo momento.
24. Monitoreo ambiental continuo: Se implementará un plan de vigilancia ambiental para evaluar regularmente la calidad del agua y su impacto en el ecosistema marino, garantizando que las descargas no generen efectos adversos a nivel local ni global.

Respecto del acceso al borde costero, se informa que el Proyecto busca garantizar la sostenibilidad ambiental y social durante todas las fases de su desarrollo, incluida durante su fase construcción. Los aspectos claves sobre el acceso al borde costero durante la construcción son los siguientes:

25. Fase de Construcción (23 meses):
    26. Impacto temporal: La zona afectada por las obras representará solo el 2,8% de la Playa Arenillas Negras, equivalente a 1.119 m². Este impacto es temporal y solo durará durante los 23 meses de construcción.
    27. Accesibilidad para la Comunidad: El 97,2% restante de la playa continuará disponible para las actividades económicas y recreativas de la comunidad local y visitantes. Esto asegura que las personas puedan seguir disfrutando de la playa sin alteraciones significativas en el acceso.

28. Fase de Operación:
    29. Infraestructura soterrada: Una vez finalizada la fase de construcción, la infraestructura será soterrada, lo que permitirá devolver el borde costero a su uso habitual de manera inmediata. Esto garantiza que, durante la fase de operación, la playa vuelva a estar completamente disponible para los usuarios sin interferencias.

30. Participación Comunitaria y Monitoreo (ver documento en la Adenda):
    31. Programa de Monitoreo Participativo: El proyecto cuenta con un Programa de Monitoreo Participativo, lo que permite a la comunidad supervisar las operaciones y asegurar que el desarrollo se realice de manera transparente y responsable.
    32. Talleres y recorridos informativos: Se organizarán talleres y recorridos para mantener a los residentes informados sobre el progreso del proyecto y para recoger retroalimentación sobre posibles inquietudes o sugerencias.
    33. Canal de comunicación permanente: Se habilitará un canal de comunicación permanente para que los ciudadanos puedan reportar inquietudes o recibir información actualizada sobre los avances y actividades del proyecto.
    34. Compromiso con la comunidad: A través de esta participación continua, se asegura que los habitantes locales se mantengan informados y puedan influir en la gestión del proyecto.

El Proyecto se enfoca en minimizar el impacto en el acceso al borde costero, con un diseño soterrado que asegura que la playa y sus alrededores se mantengan disponibles para la comunidad. través de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), se garantiza que los residentes de la zona tengan voz y voto en el desarrollo del proyecto, fomentando la transparencia y colaboración. Además, el acceso a la playa se mantendrá disponible en un 97,2% de su extensión durante la fase de construcción, mientras que la infraestructura soterrada permitirá su restauración completa tras la finalización de las obras.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas

Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

35. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
36. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
37. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
38. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y

campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "Soft Star de pilotaje" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

39. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
40. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
41. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

42. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
43. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

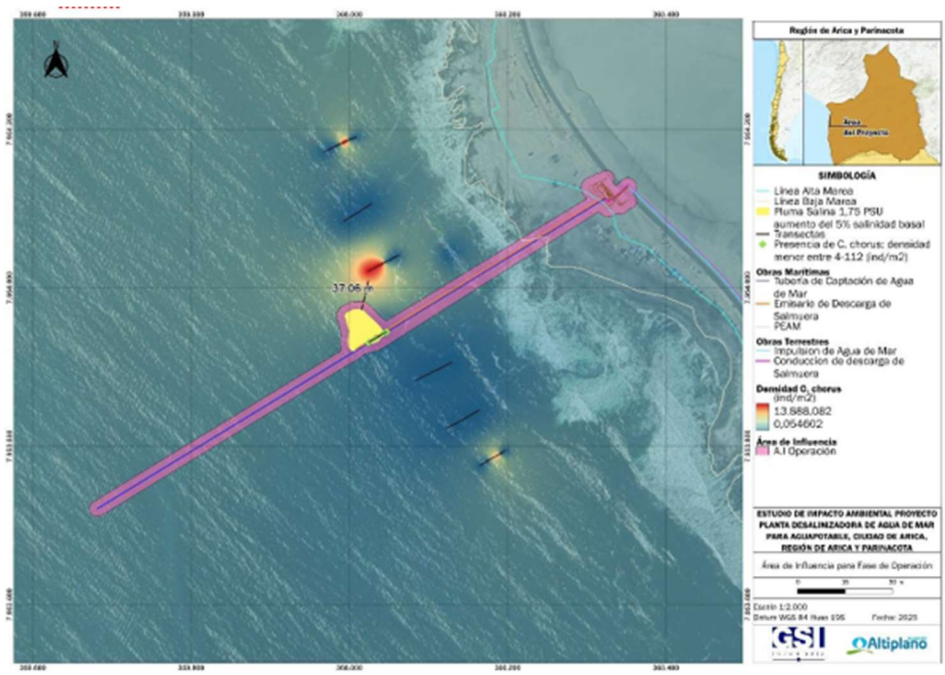
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración

relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento

modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    10. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    11. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    12. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina
    25. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    26. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    27. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.

9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

75. Observante: Charles Javier Gutierrez Delgado

Observación N° 214:

No a la desalinizadora, no logro entender que estudios se han realizado porque no es una opción, sería una gran destrucción a nuestra flora y fauna marina, yo llevo más de 45 años trabajando de la mar así he sacado adelante a mi familia, la mar es mi lugar de trabajo (Arenillas Negras) sería la destrucción total, sin contar a las enfermedades a la piel.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con los supuestos daños ambientales, flora y fauna, así como laborales como el daño directo a la economía familiar, se informa que el Titular del Proyecto ha presentado el diseño de una serie de medidas para gestionar los posibles impactos en el ecosistema marino y la vida económica de la región.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

13. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
14. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
15. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
16. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una “zona crítica de desove” ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan

siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "Soft Star de pilotaje" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades*

por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación

Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

17. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
18. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
19. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios

indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente figura en donde se muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este

proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

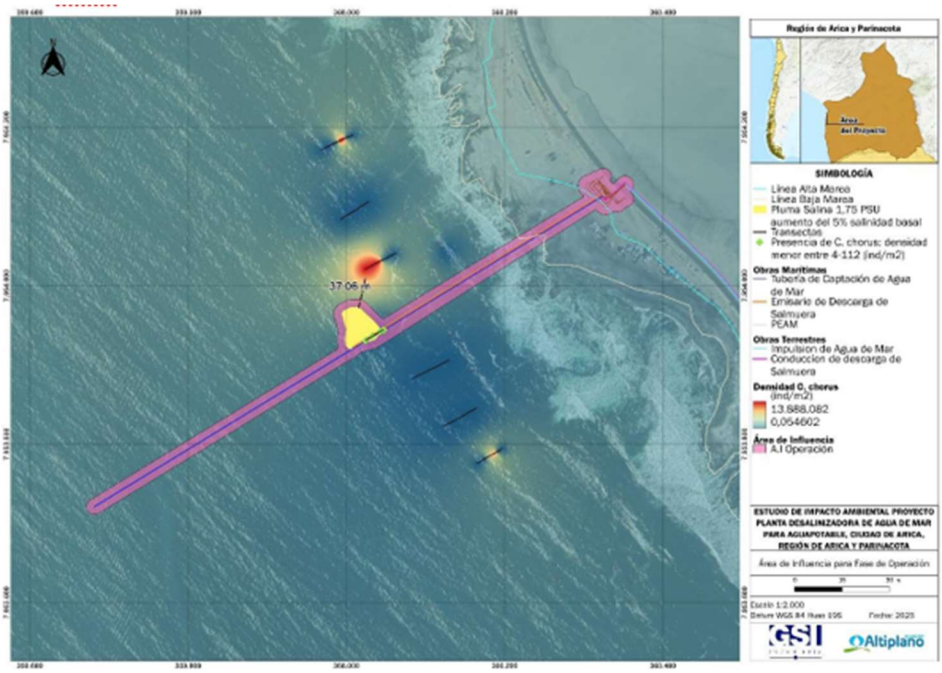
20. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
21. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco

y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    13. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    14. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    15. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina
    28. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    29. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    30. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

Observación N° 215:

Quedaríamos sin trabajo, en ese sector saco peces y mariscos, no es una playa muerta como se está haciendo ver, aparte es única por su Arena Negra.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con el término de la fuente laboral, se informa que el Proyecto de la planta desaladora no tiene como objetivo eliminar fuentes laborales, sino más bien integrar tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos marinos y garantizar que las actividades económicas, como la pesca y la recolección de mariscos, continúen desarrollándose sin riesgos significativos. El impacto de la planta será temporal y de carácter controlado, y en ningún caso se busca poner en peligro el sustento de las familias que dependen de estas actividades. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

13. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.
14. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de

manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.

Respecto de la consulta acera del impacto sobre peces y mariscos, se informa que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal.

De manera complementaria, se debe destacar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla.

Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

El Proyecto ha presentado medidas de mitigación ambiental y social para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante

tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

En cuanto al impacto económico, para la implementación de este Proyecto, el Titular ha analizado el caso de la desaladora de Caldera, que opera bajo condiciones similares y ha demostrado que la pesca artesanal y las actividades marinas pueden coexistir sin afectaciones significativas; y que estas actividades no han registrado pérdidas en la recolección de mariscos ni en la economía de los trabajadores del mar.

Adicionalmente, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad supervisar de manera transparente las operaciones del proyecto, asegurando que cualquier inquietud sea atendida con base en datos técnicos. Se desarrollarán instancias de diálogo y capacitación, además de medidas de apoyo para fortalecer las actividades económicas locales y garantizar que la comunidad pueda continuar con su estilo de vida sin perjuicio.

Por lo tanto, en base a los estudios técnicos realizados y las estrategias de mitigación implementadas, no se prevé un daño económico grave ni irreparable para las familias que dependen de los recursos marinos.

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetivo garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

15. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
16. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.
17. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

Observación N° 216:

Mis años trabajando en ella me hacen entender que no es una opción, que sería una "destrucción" para nuestro ecosistema marino.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la preocupación sobre los posibles impactos de la descarga de salmuera en el ecosistema marino y su afectación a la pesca local del sector, se debe informar que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de ósmosis inversa utilizado en la planta desalinizadora. Aunque la salmuera presenta una mayor concentración de sales en comparación con el agua de mar original, es importante destacar que esta no contiene contaminantes tóxicos ni sustancias peligrosas para el ecosistema. En el proceso de desalinización, todos los productos químicos utilizados en el pretratamiento, como los antiincrustantes, son neutralizados, lo que garantiza que solo queden sales, minerales y agua en la salmuera. Estos elementos son componentes naturales que ya forman parte del océano, lo que disminuye significativamente el impacto de la salmuera en el entorno marino.

Respecto a la tubería del emisario submarino, que tendrá la función de transportar la salmuera de rechazo desde la PTOI hasta el punto de descarga en el mar, tiene una distancia de 367 metros y su punto de descarga ha sido diseñado considerando estar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La ZPL está fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, con el

rigor de procedimientos y requerimientos necesarios para su determinación para aquellos proyectos que consideran descargar residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos, mediante emisarios submarinos, por lo que estos criterios son válidos para este proyecto (Circular de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Ordinario n° a-53/004).

Una de las medidas clave adoptadas en el diseño de la planta es el uso de un sistema de difusores submarinos para la descarga de la salmuera. Esta tecnología está diseñada para garantizar que la salmuera se disperse de manera eficiente en el mar, evitando la concentración de sal en un solo punto.

1. Dispersión rápida: Los difusores permiten que la salmuera se mezcle con el agua circundante de forma inmediata, diluyendo las sales a medida que se libera en el mar. Esto asegura que la concentración de sal se distribuya rápidamente en la columna de agua y se iguale a los niveles de salinidad típicos del entorno marino. Se incorporan una serie de 8 difusores que tienen el objetivo de generar una rápida y efectiva dispersión y dilución de la concentración salina. Esta tecnología se ubica espaciada a intervalos de 4 metros entre sí, en los últimos 40 metros del emisario. Asimismo, el diseño del proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión.

2. Control de la salinidad: Gracias a esta dispersión controlada, el sistema asegura que el aumento de salinidad en el área de descarga sea mínimo y no se mantenga concentrado en un solo lugar, lo que previene la afectación de los ecosistemas marinos cercanos. De acuerdo con los estudios realizados, la concentración de sal en el punto de descarga aumentará solo +1,7 PSU, lo que es insignificante y no representa un peligro para la vida marina.

Otro factor importante que ha sido considerado en el diseño del proyecto son las características geográficas y oceanográficas de la zona. Los estudios oceanográficos previos han demostrado que las corrientes marinas naturales en la región ayudan a dispersar rápidamente la salmuera, asegurando que no se produzca una acumulación de sales en un solo punto ni se altere el equilibrio del ecosistema marino. Las corrientes marinas en la zona favorecen la renovación constante del agua, lo que facilita la dispersión de la salmuera. Esto contribuye a que la salinidad aumente solo de manera temporal y en una zona localizada, minimizando cualquier posible impacto negativo sobre los ecosistemas marinos y los recursos pesqueros.

El incremento de salinidad generado por la planta desalinizadora es un factor importante a considerar, ya que el impacto sobre la fauna marina puede depender de la tolerancia de las especies a las variaciones de salinidad. Sin embargo, estudios realizados en la región han confirmado que las especies locales, como crustáceos, tunicados y moluscos, tienen una capacidad de tolerancia considerable a cambios en la salinidad. Por ejemplo:

3. Crustáceos (como el cangrejo): Son capaces de tolerar variaciones de hasta +10 PSU en la salinidad sin verse afectados.
4. Erizos de mar (equinodermos): Pueden soportar un incremento de salinidad de hasta +6 a +8 PSU.
5. Algas marinas: Son resistentes a variaciones superiores a +10 PSU.
6. Moluscos bivalvos (como mejillones y ostras): Pueden adaptarse a aumentos de hasta +5 PSU.

7. Moluscos cefalópodos (como el pulpo): Toleran un aumento de hasta +2 a +3 PSU.

Dado que el aumento de salinidad en el área de descarga será de solo +1,7 PSU, este nivel se encuentra muy por debajo de los umbrales de tolerancia de las especies locales. Por lo tanto, este incremento de salinidad no afectará a las especies marinas presentes en la zona, incluidos los cardúmenes que transitan por la región. Además, la variación será temporal y localizada, lo que permite que los ecosistemas marinos se adapten rápidamente sin sufrir efectos adversos duraderos.

76. Observante: Marco Antonio Gonzalez Villalobos

Observación N° 217:

Llevo más de 30 años trabajando de la mar, es mi sustento diario, no logro entender el daño que piensan causar al ecosistema marino. Entiendo que queremos que la ciudad se desarrolle, pero en Arenillas Negras sería una zona de sacrificio, entiendo que quieran buscar una forma de generar agua potable ya que es necesario, pero contaminar la mar con la salinidad que se agregaría sin contar los químicos y los tubos que instalarían, matarían la fauna marina. Cambiarían las corrientes eso también afectaría a las playas cercanas, La Brava, La Lisera, Planchon, Capilla, además el turismo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetico garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

8. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
9. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.
10. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el Proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en

pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

De manera complementaria, se informa que la línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

11. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
12. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
13. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
14. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa

Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican

comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad

espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "Soft Star de pilotaje" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de

individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

15. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
16. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
17. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la

ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

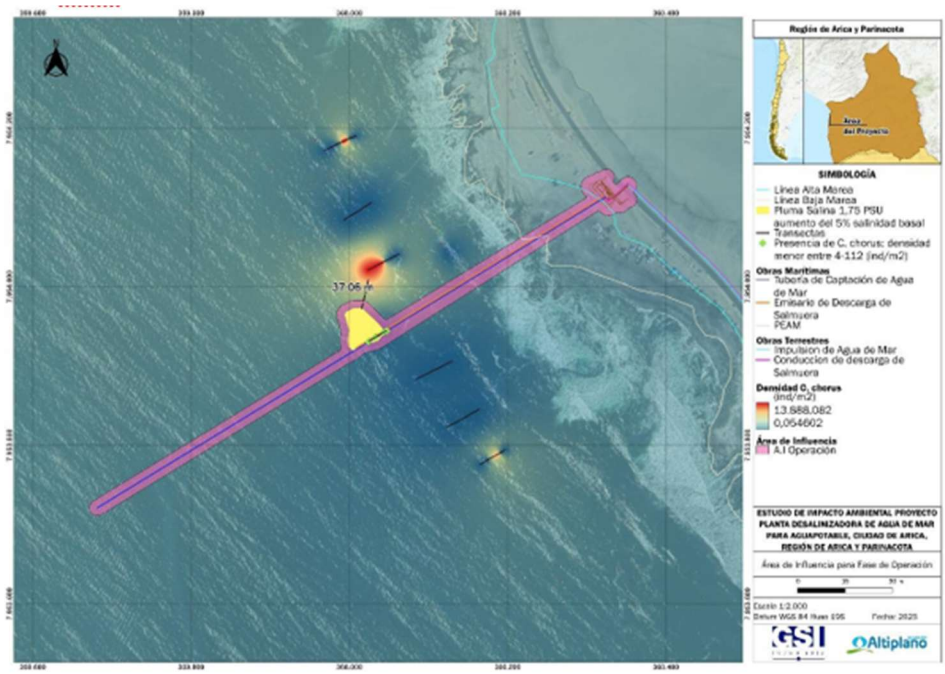
18. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
19. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de

medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    16. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    17. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    18. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    31. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    32. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    33. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

77. Observante: Jaime Segundo Gonzalez Villalobos

Observación N° 218:

No estoy de acuerdo con la desalinizadora ya que será una gran concentración de sal al mar que por naturaleza es salado pero equilibrado (no excesivo) para la sobrevivencia de los peces, mariscos y especies marinas. Llevo más de 40 años trabajando de la mar, así saque adelante a mi familia. Sector Arenillas negras posee diferentes especies como lenguado, sargo y mariscos locos, pulpos, erizos, choro, piure, etc. Por lo mismo no entiendo porque se dice que está muerta, lo cual sabemos que no es así. Según los estudios de agua del Altiplano no sería un gran impacto a la destrucción del ecosistema marino. No sé qué estudios hacen ellos, pero sabemos que la destrucción será irreversible.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Entendiendo que la playa de Arenillas Negras es una zona importante tanto para la pesca artesanal como para la biodiversidad marina, el Titular ha presentado una serie de medidas para que el Proyecto no altere el equilibrio natural del ecosistema. A su vez, interesa aclarar que en ninguna Capítulo del proyecto se usa la expresión relativa a que "*la playa está muerta*". Por el contrario, reconociendo la riqueza de las especies que habitan en el sector el Titular ha presentado un diseño que ha considerado medidas para evitar impactos negativos en la biodiversidad marina.

Ahora bien, respecto de la concentración de sal en el océano, se informa que la salmuera descargada por la desalinizadora no altera significativamente la salinidad del mar debido a lo siguiente:

13. Difusores submarinos: La salmuera se diluye rápidamente en el océano, evitando acumulaciones en un solo punto.
14. Aumento limitado de la salinidad: Los estudios indican que la salinidad en la zona de descarga aumentará solo en un 5% en comparación con la salinidad natural del océano y este efecto será localizado y temporal.
15. Monitoreo continuo: Se llevarán a cabo mediciones regulares de salinidad para asegurar que no haya efectos negativos en el ecosistema.

Conociendo que en Arenillas Negras habitan diversas especies, como lenguado, sargo, pulpos, erizos, choros y piures, entre otras, el Proyecto contempla:

16. Ubicación estratégica de la descarga: La salmuera será liberada en una zona de profundidad adecuada, evitando afectar áreas sensibles.
17. Estudios previos de biodiversidad: Se han realizado estudios sobre la vida marina para garantizar que el ecosistema no se vea comprometido.

18. Experiencia en otras desalinizadoras: En lugares como Caldera, donde se han implementado plantas desalinizadoras, no se ha observado una disminución en las especies marinas ni en la actividad pesquera.

Entendiendo que el océano tiene un equilibrio natural pero también tiene una alta capacidad de dispersión y autorregulación, con todo, la descarga de salmuera no representa un riesgo de destrucción del ecosistema debido a que ésta se diluye rápidamente en grandes volúmenes de agua; no contiene elementos tóxicos ni químicos peligrosos; y no genera cambios significativos en la temperatura del agua ni en los niveles de oxígeno.

Complementariamente, para facilitar la mantención de la biodiversidad existente, se implementará un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), donde la comunidad podrá estar informada sobre la calidad del agua y la biodiversidad. El titular se ha comprometido a que, en caso de detectar algún efecto inesperado, se tomarán medidas correctivas de inmediato.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

19. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:

20. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
21. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
22. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades*

por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en	Número de individuos	Tipo de registro	Estadode conservación

		el área del proyecto?	observados		
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

23. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
24. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
25. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar

al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta

configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

26. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
27. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

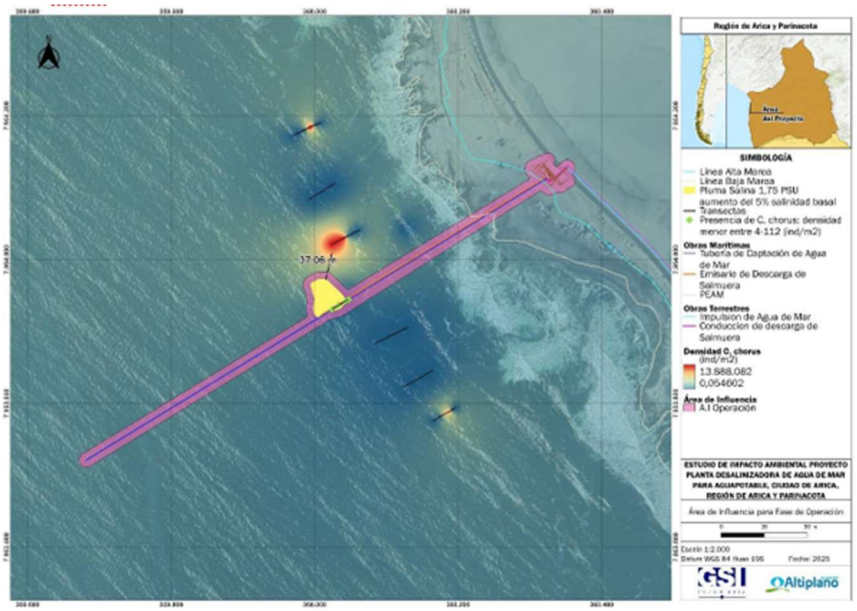
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área

corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural.

No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    19. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    20. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    21. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    34. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    35. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    36. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.

11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

78. Observante: Lara Ines Gonzalez Tercero

Observación N° 219:

Vengo de una familia de padre y tíos buzos mariscadores de la mar, mi padre nos dio el sustento diario y la educación. La playa Arenillas Negras es un lugar de encuentro familiar ahí acompañábamos en verano, esas arenas negras que nos marcaban nuestros pies. ¿Qué estudios hicieron? ¿saben que si la instalaran cambiarían las corrientes? No entienden porque nunca han hecho ningún estudio. Me opongo a la instalación en Arenillas Negras, es la destrucción de tradiciones familiares pero lo más importante, es la destrucción de la flora y fauna marina y el trabajo de nuestra familia. Se dice que la unión hace la fuerza, hagamos ver a esta empresa lo equivocados que están y las grandes consecuencias que provocarían. También esto conllevaría a problemas en la piel por exceso de sal que arrojarían y los químicos. ¿cómo no logran entender el mal que harían? generan más trabajo, pero a la vez quitan muchos trabajos. En Arenillas Negras nosotros podemos encontrar variedad en peces y mariscos (pulpo, piure, lapa, almeja, choro, loco, jaiba, lo sé porque vamos a la playa a diario a trabajar y esos mariscos yo misma los vendo, los declaro como corresponden.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Entendiendo la preocupación manifestada en la consulta respecto de que la playa de Arenillas Negras es una zona importante, no sólo para la pesca artesanal como para la biodiversidad marina, sino que en relación con los sistema de vida, costumbres y tradiciones de las personas que utilizan dicha zona, es que el Titular ha presentado una serie de medidas para que el Proyecto no altere el equilibrio natural del ecosistema y el Proyecto no evite mantener la riqueza de las especies que habitan en el sector, el Titular ha presentado un diseño que ha considerado medidas para evitar impactos negativos en la biodiversidad marina.

Por ello, los estudios realizados por el Proyecto han considerado una variedad de factores, incluido el impacto potencial sobre las corrientes marinas, los que se han basado en las condiciones marinas específicas de la zona, lo que incluye la modelación de las corrientes, la dispersión de la salmuera y el análisis de cómo esto podría afectar la biodiversidad local, tanto a nivel de flora como fauna. El objetivo es garantizar que el proyecto se desarrolle de manera que minimice cualquier alteración de las condiciones naturales y los recursos marinos que sustentan su trabajo y tradiciones.

Ahora bien, desde un punto de vista técnica, se informa que el subproducto generado durante el proceso de desalación consiste en una solución de agua con una concentración de sal levemente superior a la del agua de mar natural. Aunque la salmuera posee características muy similares a las del agua común de mar, la concentración de sales en esta solución es algo más alta, pero no supera el 5%. Este residuo se produce en el proceso de ósmosis inversa, que separa las sales y otros minerales

del agua, dejándola apta para su uso en consumo humano o industrial. Si bien la salmuera tiene una composición similar a la del agua marina, su manejo adecuado es crucial para evitar efectos adversos en el ecosistema marino. Para minimizar su impacto, se emplean tecnologías como difusores de alta eficiencia, que permiten diluir la salmuera de manera uniforme en el océano, garantizando que su concentración se reduzca rápidamente y no altere significativamente las condiciones naturales del medio ambiente. Este enfoque, aplicado exitosamente en diversas plantas desaladoras a nivel mundial, demuestra que la gestión adecuada de la salmuera puede proteger los ecosistemas marinos y prevenir daños a la biodiversidad.

El Proyecto utilizará sistemas de difusión avanzada, que permiten que la salmuera se diluya de manera homogénea y rápida, evitando la acumulación de altas concentraciones de sal en zonas específicas y reduciendo al mínimo cualquier posible efecto sobre la vida marina. Esta tecnología ha sido utilizada con éxito en plantas desaladoras en Chile y el mundo, demostrando su eficacia en la protección de los ecosistemas acuáticos.

En cuanto a la posible modificación de las corrientes, es importante señalar que se ha realizado una evaluación detallada de las corrientes marinas en la zona y se ha tomado en cuenta la dispersión de la salmuera generada. Los resultados de los estudios indican que el impacto es mínimo, ya que el aumento de la salinidad en el punto de descarga es de solo +1,7 PSU, un incremento local y controlado que no afectará significativamente a los ecosistemas marinos.

Respecto de la preocupación sobre los problemas de salud relacionados con el exceso de sal y los posibles químicos en el agua, quiero reiterar que la planta desalinizadora está diseñada para cumplir con estrictos estándares medioambientales y de salud. De acuerdo con la normativa vigente, las descargas de salmuera y otros posibles residuos líquidos deberán cumplir con los límites establecidos por el Decreto Supremo 90, lo cual asegura que no haya impactos negativos en la calidad del agua ni en la salud humana, como lo establece la NCh 1333, que regula las aguas de mar en actividades recreativas. Esto quiere decir que el agua en la zona será segura para el contacto humano, evitando riesgos como los que menciona.

Sobre la biodiversidad, como mencionó, la zona de Arenillas Negras alberga una rica variedad de especies marinas, como el pulpo, piure, lapa, almeja, choro, loco y jaiba. Esto es algo que también hemos tomado en cuenta. Los estudios realizados a lo largo de varios años han demostrado que el aumento de la salinidad generado por el proceso de desalación no representa una amenaza para estas especies, ya que la tolerancia de los organismos marinos a pequeñas variaciones de salinidad es considerablemente alta. De hecho, las especies de la zona, como los pulpos y lenguados, pueden tolerar incrementos de hasta +2 a +3 PSU, mucho mayores que el aumento estimado de +1,7 PSU.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda

Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

Acerca de la preocupación sobre el ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

13. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
14. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
15. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
16. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m^3. La

comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³)

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.

Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

17. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
18. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
19. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual

la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

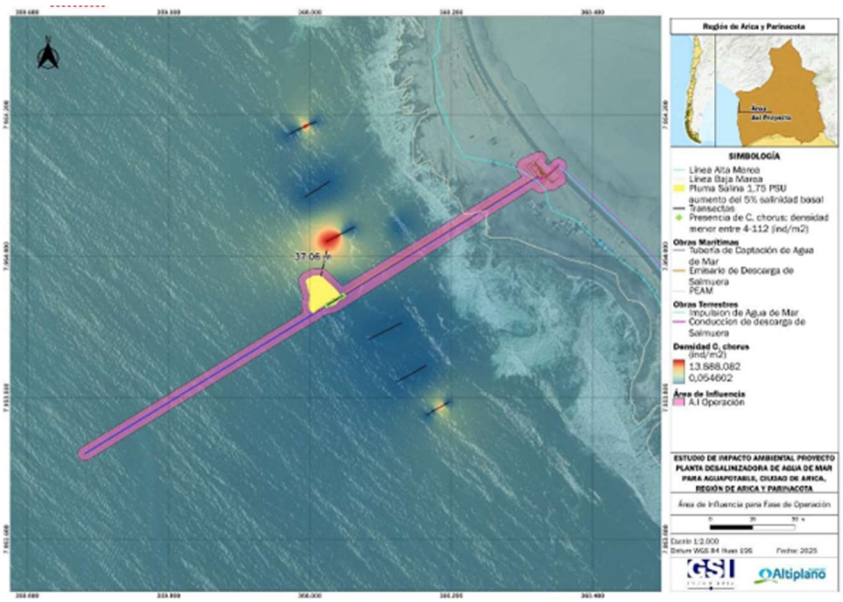
20. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
21. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

79. Observante: STI Buzos a Pulmon y Ramos Conexos sector Perico de Arica

Observación N° 220:

En relación a la desconformidad referente a los encuentros con aguas Altiplanos titular para una futura construcción de una DESALINIZADORA y lugar a construir en playa ARENILLAS NEGRAS se pronuncia el SIT DE BUZOS Y PESCADORES DE ORILLA CONEXOS PERICO. Punto 1: El tema de la salmuera, con las descargas de 500 litros por segundo del cual desecharán 300 litros de vuelta al mar para solo utilizar 200 litros por descarga siendo los 300 litros de vueltos con químicos con más temperatura y mayor salinidad que nuestro mar recogerá sin olvidar la presión con la cual esta saldrá afectando así nuestro ecosistema marítimo. Punto 2: Los buzos, pescadores y recolectores de orilla no fueron considerados en los impactos significativos ya que nosotros también somos parte del ecosistema somos grandes grupos de personas naturales, que realizan actividades de trabajo y económicas en el área de influencia cumpliendo, con nuestras declaraciones mensuales en SERNAPESCA con nuestros RPA de forma individual y el ROA como sindicalizados, por ende somos trabajadores bajo el artículo 184 del código de trabajo, con derechos y medidas necesarias para proteger eficazmente nuestra vida y salud y tener nuestra área de seguridad e higiene para nuestras faenas. Punto 3: Según sus estudios del agua Altiplano no existiría un impacto significativo, pues el destruir un ecosistema no está considerado para ellos como es el caso de ARENILLAS NEGRAS, siendo la única fuente de trabajo de muchas familias de orilleros y recolectores afectándonos más de 5km de costa Ariqueña, teniendo en cuenta que Arica solo cuenta con 6km de costa y 2 solo son de roqueríos, quedándonos definitivamente sin costa para la pesca deportiva, para el buzo apnea, para el deporte y también turística, ya que ARENILLAS NEGRAS, es el único lugar turístico de nuestra ciudad en donde miles de familias ariqueñas campan todoslos veranos, porser de bajos recursos económicos e impidiéndoles salir fuera de la ciudad siendo ocupada esta playa por más de 90 años con familiares y amigos y continuando esto por generaciones logrando hacer con el pasar de los años escuela de muchos jóvenes deportistas tanto a nivel nacional como internacional es el caso de nuestro CAMPEÓN MUNDIAL DE BODY BOARD llamado MOISÉS SILVA quien se formó precisamente en nuestras playas ARENILLAS NEGRAS desde muy pequeño comenzando con la tradición familiar de campar todos los años en el verano en nuestra querida playa ARENILLAS NEGRAS. Punto 4: Nunca se aseguró que si este proyecto se llevase a cabo los servicios de nuestra playa seguirán funcionando normalmente y los trabajadores ingresarán con facilidad a un RECINTO o LUGAR que supuestamente no sería privado. Artículo 19.300 Todo el que culposa o dolosamente, cause daño al medio ambiente, estará obligado a repararlo materialmente a su costo, si ello fuere posible e indemnizarlo a conformidad de la ley. Punto 5: Se considera daño ambiental cuando es toda la alteración, que modifica en forma negativa el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas o los bienes o valores colectivos. Punto 6: Normativas ambientales: Ley N°19.300/97 Bases del medio ambiente - Ley de responsabilidad extendida del productor y su impacto de la industria de consumo invasivo proyecto de la ley de residuos y aplicación de la República de Chile - Decreto supremo N°148 (2003) Punto 7: La ley ambiental establece las disposiciones y los principios rectores para la gestión del medio ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como: Derecho y deber fundamental del estado y de la sociedad para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta en interés de la comunidad. Punto 8: La norma ambiental instrumentos jurídicos que regulan, obligan, y sancionan el incumplimiento de las disposiciones legales, vigentes, aplicables en la materia. Punto 9: En el año 2018 se trabaja para un

proyecto de ley en el congreso que regule la desalinización del agua mar ya que esta no cuenta con ninguno por lo tanto debe someterse a la evaluación del SEIA, la base de cualquier política en materias de agua debe ser primero la búsqueda de la CONSERVACIÓN DE NUESTRAS FUENTES. Punto 10: La concentración de la salinidad que trabajará esta desalinizadora SERÁ MAYOR AL 5% DOBLANDO A UN 10% PASANDO SER EL DOBLE DE LO PERMITIDO, tomando en cuenta que es una sal extremadamente concentrada llegando a ser tóxica por lo tanto tiene la capacidad para matar mucha vida, no por nada el océano tiene su equilibrio, tanto en temperaturas, acidez y salinidad, si se cambia su curso natural se cambiaría TODO ocasionando un desorden natural y ambiental. Punto 11: No se considera en este proyecto las corrientes marinas pues las corrientes son las encargadas de trasportar los huevecillos de todos los tipos de especies tanto como; las larvas y los alevines de diferentes especies tanto como peces o moluscos. En tiempo de reproducción, estas corrientes dependiendo de cómo se encuentre la mar estando buena se mueven hacia arriba sobre todo de noche y estando mala se mueve hacia abajo también se vería afectadas por temperaturas que ocasionarían las tuberías al desalinizar y de la mano lograrían cambios negativos, en las corrientes lo que provocaría la desorientación de las especies llevándolos hasta una posible muerte y pérdidas de estas. Siendo esto una parte muy importante, nunca se nos consideran a los trabajadores de orilla ni los años que llevamos trabajando este sector siendo nosotros mismos los conocedores y expertos en esta parte del habitad específicamente ARENILLAS NEGRAS. Punto 12: El poco interés y falta de profesionalismo los demuestra agua Altiplano, no tomando en cuenta y siendo de vital importancia las estaciones del año donde nunca se habló que despendiendo de cada estación se aparecen y desaparecen especies de época de reproducción y crecimiento, dejándose llevar por el cambio de corrientes en el mar, la falta de información y la invisibilidad que se nos dio como orilleros va en contra de los solicitados por el reglamento del SEA en donde ellos tienen un reglamento de información detallado de actividades humanas, económicas y culturales que nosotros mismos desarrollamos en playa ARENILLAS NEGRAS. Punto 13: SOLICITAMOS que próximamente en cualquier proyecto presentado que tenga que ver con nuestra área de trabajo EXIGIMOS SER CENSADOS individualmente por el futuro titular por ser más de 2.000 familias que existimos y dependemos de nuestro único recurso bentónico que se encuentra justamente en playa ARENILLAS NEGRAS, pues ya tenemos un EMPLEO PRECARIO, COMO PARA QUE VENGAN A PRECARISAR MÁS NUESTRO SISTEMA ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL. Punto 14: Cabe recalcar que, en nuestra zona de trabajo, se han encontrado vestigios, vasijas y cuerpos de nuestras momias chinchorreras, lo cual nos lleva a conservar y comunicar que los orilleros somos los ÚNICOS DESDENDIENTES. Ya sea de forma directa como también su forma de trabajar ya que se sigue conservando las mismas herramientas cambiando solo por materiales más sólidos siendo los orilleros los únicos que conservan y dan a conocer la vida y forma de trabajo de nuestros chinchorreros los cuales son conocidos a nivel mundial por ser las momias más antiguas del mundo (formamos parte del turismo). Punto 15: La gobernación marítima de Arica nos considera un gran apoyo para ellos pues el trabajo de los orillero es diario y muy temprano por la mañana destacando que en más de una oportunidad han sido salvadores de vidas humanas cuando se han encontrado en riesgo dentro del mar dando aviso a la gobernación marítima para su rescate o en ocasiones nuestros buzos han sido los mismos encargados de ayudarlos mientras aparece gobernación marítima. Punto 16: Aguas Altiplano el 2033, terminan ustedes su periodo de concesión en caso de llegar a concluir un proyecto de esta magnitud SOLICITAMOS Y EXIGIMOS QUE SE NOS ASEGURE Y SE NOS

DIGA QUIEN SE HARÁ CARGO DE ESTA CONSECIÓN EN CASO DE ALGÚN DESASTRE LLAMESE AMBIENTAL O DE MORTALIDAD QUE TENGA QUE VER CON ALGÚN ERROR PROVOCADO POR ESTA CONSECIÓN DEJANDO EN CLARO SI SERÁN USTEDES O LA NUEVA CONSECIÓN A CARGO……..

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto del Punto 1 de la consulta, en cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Ahora bien, el Titular reconoce que el proceso de ósmosis inversa devuelve al mar una proporción mayor de agua (aproximadamente 300 litros por segundo de cada 500 litros captados), pero señala además que, dicho proceso no es un error de diseño ni un exceso evitable, sino una condición propia del proceso de desalación mediante ósmosis inversa. En efecto, este tipo de plantas funciona separando el agua dulce de los minerales y sales presentes en el agua de mar. Como resultado, parte del agua extraída se convierte en agua apta para potabilizar, mientras que el resto, con una levemente mayor concentración de sales, se devuelve al mar en forma de salmuera. Esta proporción es característica de la tecnología de ósmosis inversa y es similar a la de otras plantas desalinizadoras en funcionamiento a nivel mundial.

El proceso de ósmosis inversa se basa en el principio de la presión osmótica del agua de mar. En condiciones naturales, el agua con menor concentración de sales tendería a moverse hacia el agua más salina para equilibrar las concentraciones, pero en la desalación se aplica presión para revertir este flujo natural, forzando el agua de mar a pasar a través de membranas semipermeables que retienen las sales y permiten el paso del agua dulce, por lo que este proceso no depende de la temperatura, sino únicamente de la presión aplicada. La temperatura del agua tratada no aumenta significativamente. De hecho, en una planta desalinizadora de ósmosis inversa, la salmuera puede aumentar su temperatura en un máximo de 1°C. Este leve aumento de temperatura no representa un impacto ambiental significativo, ya que la temperatura del océano varía naturalmente más de 1°C debido a fenómenos como las corrientes marinas, la radiación solar y los cambios estacionales.

El Titular señala en los estudios presentados de que existen otros procesos de desalación, como la destilación térmica (evaporación-flash, multiefecto o MED, y compresión de vapor o MVC), que sí requieren altas temperaturas para evaporar el agua y separar las sales. Estos procesos, al contrario de la

ósmosis inversa, generan un aumento significativo de la temperatura en la corriente residual, pero no son la tecnología utilizada en este proyecto.

La salmuera es el agua residual que queda después del proceso de ósmosis inversa y contiene una concentración de sales levemente mayor en comparación con el agua de mar original. Si bien su concentración es más alta, esto no significa que sea tóxica ni que contenga contaminantes peligrosos. Además, cualquier químico utilizado en el proceso de pretratamiento del agua de mar (como antiincrustantes) se neutraliza en el proceso, dejando únicamente sales, minerales y agua en la salmuera, que son componentes naturales del océano. Para minimizar cualquier impacto en el ecosistema marino, se han implementado las siguientes estrategias:

22. La salmuera se descarga mediante un sistema de difusores que permite su dispersión inmediata en el mar.
23. Los difusores están diseñados para diluir rápidamente la salinidad al mezclar la salmuera con el agua circundante.
24. Gracias a este sistema, la concentración de sales vuelve rápidamente a los niveles normales del agua de mar, evitando la acumulación en un solo punto.

Además, se informa que estudios oceanográficos demostraron que las corrientes marinas y la renovación del agua favorecen la rápida dispersión de la salinidad. Estas condiciones aseguran que la salmuera no se concentre en un solo lugar ni afecte los ecosistemas marinos cercanos. La salmuera no se libera con una presión excesiva que pueda alterar el ecosistema marino, estableciéndose parámetros operacionales para regular la velocidad y presión de descarga, evitando efectos negativos en la fauna y flora del fondo marino.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué

componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

25. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
26. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
27. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
28. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos

copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde

embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)

En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

29. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.

30. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
31. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente , la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

32. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
33. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

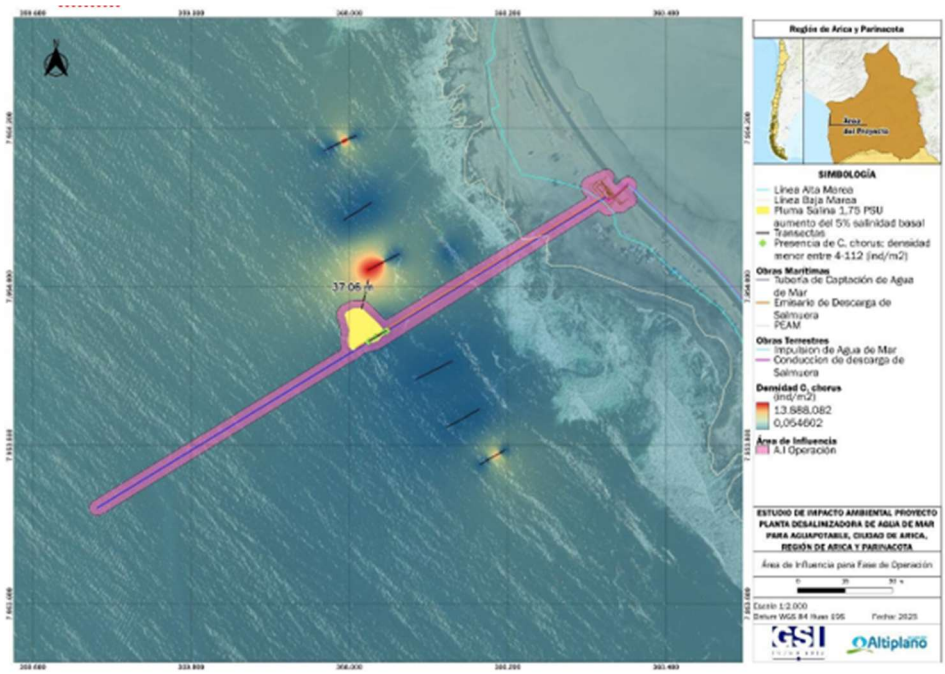
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y

que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de

medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    22. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    23. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    24. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    37. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    38. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    39. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

Respecto del Punto 2 de la consulta, se informa que el titular ha reconocido durante el proceso de evaluación ambiental del Proyecto, el rol de los buzos, pescadores y recolectores de orilla como actores fundamentales en la economía y en la vida social de la zona, entendiendo la importancia para sus familias y comunidades, además de ser un actor en la preservación y aprovechamiento sostenible de los recursos marinos. Entendiendo, además, que su labor está formalmente regulada a través del Registro Pesquero Artesanal (RPA) individual y el Registro de Organizaciones Artesanales (ROA) a nivel sindicalizado, además de cumplir con sus declaraciones ante SERNAPESCA; y que su labor

está protegida bajo el Artículo 184 del Código del Trabajo, el que establece medidas para resguardar la seguridad e higiene en sus actividades, el Titular ha señalado que dichas organizaciones han sido consideradas en la evaluación de impactos del Proyecto. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En efecto, el análisis de impacto ambiental no solo evaluó el ecosistema marino, que es su principal fuente de ingresos, sino que también se tomó en cuenta el impacto sobre sus actividades económicas y sobre la recreación en la Playa Arenillas Negras. Para la evaluación de impactos del proyecto en Playa Arenillas Negras, se tomaron en cuenta tres dimensiones clave del uso del sector: productivo, recreativo y deportivo. Cada uno de estos aspectos fue evaluado para determinar si el proyecto podría generar efectos negativos y, en caso de identificarlos, proponer medidas de mitigación adecuadas.

En los antecedentes presentados en el Anexo 3.28 de la Adenda, el Titular identificó que pescadores artesanales, buzos y mariscadores de orilla utilizan parte del borde costero sur, incluyendo Playa Arenillas Negras, aunque de manera estacional y dependiendo de la disponibilidad del recurso marino. El estudio de medio humano consideró las rutas de navegación y zonas de recolección, para evitar interferencias con las actividades pesqueras; la calidad del agua y la biodiversidad marina, asegurando que la descarga de salmuera no afecte la disponibilidad de recursos marinos; y la seguridad de los trabajadores del mar, analizando posibles efectos indirectos en su labor diaria. La información entregada permite sostener que la playa de Arenillas Negras es un lugar que ha sido tradicionalmente utilizado para el turismo local, especialmente en época estival. En los meses de diciembre a marzo, algunas personas instalan carpas en el sector, aunque esta actividad ha disminuido debido a nuevas regulaciones y restricciones por seguridad. Para este aspecto, se consideró la accesibilidad a la playa, asegurando que el proyecto no limite el ingreso de turistas; el paisaje y la percepción visual, evaluando si la infraestructura del proyecto podría modificar la experiencia recreativa de los visitantes; y la calidad del agua, garantizando que el proceso de desalinización no genere alteraciones perceptibles para quienes disfrutan de la playa.

Dentro de Playa Arenillas Negras, existen tres olas reconocidas como atractivos turísticos, destacando la "Ola Rancio", la cual es utilizada por exponentes de bodyboard. Esta ola se encuentra en el sector sur de la playa, a más de 900 metros de distancia del área del proyecto, colindante a las dependencias de la pesquera de Arenillas Negras. Al respecto, el titular evaluó que la operación de la desaladora no afectará la formación de olas ni su calidad para la práctica del deporte; no habrá alteraciones en la circulación de las corrientes marinas que pudieran modificar la experiencia de los deportistas; y la distancia entre el Proyecto y la zona de bodyboard es suficiente para evitar cualquier impacto en la actividad deportiva (Ver Capítulo 4 del EIA y Anexo 3.28 de la Adenda).

Sobre el ecosistema marino, el Titular realizó estudios detallados para evaluar posibles impactos en la fauna y flora marina, considerando la posible afectación a las especies de interés pesquero y recolección.

Se analizó la calidad del agua, las corrientes marinas y la dispersión de la salmuera para asegurar que no haya efectos adversos en las zonas de pesca y recolección.

Sobre las actividades económicas de los pescadores y recolectores, considerando el área de influencia del Proyecto, se revisó si la operación de la desaladora podría interferir con sus faenas o zonas de trabajo. Al respecto se evaluaron medidas de mitigación y resguardo, asegurando que el desarrollo del proyecto no genere restricciones en las actividades pesqueras.

Además de los ecosistemas marinos, también se estudió el impacto sobre la playa y su uso recreativo, considerando aspectos como el acceso a la playa, calidad paisajística y posibles cambios en la experiencia recreativa de los visitantes.

Sobre el punto 3 de la consulta, respecto de la preocupación sobre el impacto del proyecto en Playa Arenillas Negras y en las actividades que ahí se desarrollan es válida, especialmente considerando su importancia histórica, recreativa, productiva y deportiva para la comunidad ariqueña, es importante aclarar que los estudios realizados concluyen que el Proyecto no generará un impacto significativo ni destruirá el ecosistema de la zona. La planta elevadora de agua de mar ocupará solo un 2,8% de la superficie total de la playa, dejando el 97,2% restante disponible para las actividades tradicionales, sin afectar el acceso ni la recreación.

En relación con el uso productivo, se identificó que pescadores artesanales, buzos y mariscadores de orilla utilizan el borde costero sur, incluyendo Arenillas Negras, de manera estacional. El proyecto consideró las rutas de navegación, zonas de recolección, la calidad del agua y la biodiversidad marina, garantizando que la descarga de salmuera no afecte los recursos marinos ni la seguridad de quienes trabajan en el mar. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Respecto al uso recreativo, Arenillas Negras ha sido un punto clave para el turismo local, especialmente en verano. Se aseguró que la accesibilidad a la playa no se verá restringida, que el paisaje no se verá alterado y que la calidad del agua se mantendrá intacta, permitiendo que las familias ariqueñas sigan disfrutando de este espacio como lo han hecho por generaciones. Un punto fundamental es el uso deportivo, ya que Arenillas Negras es reconocida por sus olas, especialmente la "Ola Rancio", un atractivo turístico destacado por SERNATUR y utilizado por bodyboarders, incluyendo al campeón mundial Moisés Silva, quien se formó en esta playa desde su infancia. El estudio evaluó que la operación de la desaladora no afectará la formación ni la calidad de las olas, ya que la planta se ubicará a más de 900 metros de la zona de bodyboard, manteniendo intacta la experiencia deportiva.

El Proyecto, además, contempla instancias de participación comunitaria para asegurar la transparencia, el diálogo y la corroboración de los impactos, reafirmando el compromiso de que las actividades

tradicionales de Playa Arenillas Negras, desde la pesca hasta el deporte, continuarán sin alteraciones significativas.

Sobre el punto 4 de la consulta, el desarrollo del Proyecto no restringirá el acceso ni el funcionamiento de los servicios en Playa Arenillas Negras, ya que no se trata de un recinto privado ni se contempla impedir el ingreso de trabajadores o usuarios de la zona. Tampoco el Proyecto interferirá con las rutas habituales de acceso a la playa ni con la circulación de trabajadores y visitantes. El tránsito de personas y vehículos podrá seguir funcionando sin restricciones, asegurando que las actividades económicas y recreativas en el sector se mantengan con normalidad.

Además, el Proyecto de desaladora incorpora un diseño que cuenta con tecnologías avanzadas para garantizar la sostenibilidad ambiental y social. El proyecto se desarrollará en dos fases:

13. Fase de Construcción: Afectará temporalmente (23 meses en total) un área equivalente al 2,8%% de la Playa Arenillas Negras (1.119 m²), permitiendo que el 97,2% del espacio continúe disponible para actividades económicas y recreativas.
14. Fase de Operación: La infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso habitual inmediatamente tras concluir la construcción.

El Titular del Proyecto se ha comprometido a que no impedirá, ni dificultará, el acceso de los trabajadores y visitantes a Playa Arenillas Negras, ni alterará el funcionamiento de los servicios existentes. Además, se ha comprometido a que todas las medidas permitan garantizar que la actividad en la zona continúe sin interrupciones y que la comunidad pueda seguir utilizando la playa como hasta ahora.

Respecto de este punto de la consulta, el Titular reconoce plenamente lo establecido en el Artículo 19.300, el cual indica que, si un proyecto genera un daño ambiental, se deben implementar medidas de reparación o compensación. En este sentido, es importante aclarar que el presente proyecto ha sido sometido a un exhaustivo análisis ambiental, considerando todos los posibles impactos en el ecosistema de la zona. Como resultado de estos estudios, se determinó que los impactos del proyecto son no significativos, lo que implica que no se generan alteraciones que requieran medidas de mitigación, reparación o compensación. Para asegurar que el proyecto no cause daños al medioambiente ni al ecosistema de la zona, se realizaron estudios detallados en los siguientes ámbitos:

15. Impacto sobre la biodiversidad marina y dinámica del ecosistema costero.
16. Efectos sobre la calidad del agua y sedimentos en la zona de descarga.
17. Influencia en actividades productivas, recreativas y deportivas en Playa Arenillas Negras.

Dichos análisis le permitieron al Titular concluir que el impacto es no significativo, garantizando que el equilibrio del ecosistema se mantendrá.

Por último, se informa que el Proyecto contempla instancias de participación comunitaria a lo largo de su implementación, lo que asegura la transparencia en la ejecución y permite que los miembros de la comunidad puedan expresar sus inquietudes y obtener información clara sobre los posibles impactos del proyecto. Este forma parte de los compromisos voluntarios del Proyecto (adjunto en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria), con el fin de mantener un diálogo abierto y la corroboración

de los impactos por parte de los interesados, garantizando que las actividades tradicionales de la playa, como la pesca, la recreación y el deporte, continuarán sin alteraciones significativas.

Respecto del punto 5 de la consulta, el Titular ha reconocido que el daño ambiental se define como cualquier alteración negativa del ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas o los bienes o valores colectivos. Sin embargo, para determinar si un proyecto causa daño ambiental, es necesario realizar una evaluación técnica. En el caso de este proyecto, la única alteración física ocurre en la Playa Arenillas Negras, donde se instalará la planta elevadora de agua de mar. Esta estructura ocupará solo el 2,8% de la playa, dejando el 97,2% restante disponible para el uso de la comunidad, sin afectar el acceso ni la recreación en la zona.

Los estudios realizados por el Titular han estimado que los recursos naturales de la zona no se verán afectados por la operación del proyecto, debido a que se han implementado medidas que garantizan que la extracción de agua de mar y la descarga de salmuera no comprometan la disponibilidad ni la calidad de los recursos marinos. En cuanto al equilibrio del ecosistema, no existe alteración en el ecosistema marino, ya que la salmuera generada en el proceso de desalinización se descarga utilizando tecnologías avanzadas de difusión que aseguran su rápida dilución en el mar, sin generar aumentos de temperatura que puedan afectar la fauna o flora marina. Estudios realizados han demostrado que no hay impacto significativo en las especies marinas de la zona.

Respecto a los bienes y valores colectivos, el Proyecto no interfiere con las actividades económicas ni recreativas de la comunidad, ya que el acceso a la playa y las actividades de pesca, buceo y recolección de orilla siguen estando garantizados. Se han tomado en cuenta todos los usos de la playa, tanto productivo, recreativo como deportivo, asegurando que no se produzca una alteración significativa en la zona. Si bien el proyecto genera una mínima alteración física en una fracción de la playa, esta no afecta el equilibrio del ecosistema marino ni los recursos naturales de la zona.

Respecto del punto 6 de la consulta, se informa que el Proyecto se compromete a cumplir con la normativa ambiental vigente en Chile, incluyendo la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que establece los principios y mecanismos de evaluación ambiental para prevenir y prever impactos. Además, el proyecto no se enmarca en la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP), ya que no genera residuos peligrosos o de consumo masivo que requieran una gestión especial bajo esta normativa. Sin embargo, se contemplan medidas de manejo de residuos en conformidad con el Decreto Supremo N°148 (2003), que regula el almacenamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos. De esta manera, el Proyecto garantiza el cumplimiento de todas las normativas ambientales aplicables, asegurando que su desarrollo se realice de manera sustentable y en armonía con el entorno.

Respecto del punto 7 de la consulta, se informa que el Proyecto nace como una respuesta a la creciente necesidad de la comunidad en relación con el acceso y consumo de agua potable, especialmente en una región que enfrenta desafíos significativos relacionados con la escasez hídrica. La Ley Ambiental, en su enfoque de desarrollo sustentable, establece principios rectores que enfatizan el derecho y el deber tanto del Estado como de la sociedad para contribuir al bienestar de la población y al

sostenimiento del planeta. En este sentido, el proyecto se ajusta a dichos principios al procurar un uso eficiente y responsable de los recursos naturales, particularmente del agua, un bien escaso en la zona. El Proyecto no solo busca atender las necesidades de consumo de agua potable, sino que también se ha diseñado con el compromiso de minimizar su impacto ambiental y de cumplir con las normativas vigentes en Chile. Con esto, se asegura que la infraestructura se desarrolle de manera que no comprometa la sostenibilidad del entorno natural ni la calidad de vida de las comunidades cercanas. Al mismo tiempo, se implementan medidas de mitigación para proteger los ecosistemas locales, lo que refleja el compromiso del proyecto con la sostenibilidad y el desarrollo equilibrado. De este modo, el Proyecto se compromete a ajustarse con los principios rectores de la Ley Ambiental, promoviendo el bienestar social, el equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente, y respondiendo a una necesidad urgente de la comunidad en el contexto de la escasez hídrica que afecta a la región.

Respecto del punto 8 de la consulta, respecto a la preocupación sobre los instrumentos jurídicos que regulan, obligan y sancionan el incumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental, el titular se ha comprometido durante el proceso de evaluación ambiental con el cumplimiento de todas las normativas ambientales nacionales e internacionales aplicables al Proyecto. En todas las fases del Proyecto, su diseño e implementación se ha comprometido a cumplir con las leyes y regulaciones vigentes, que incluyen la evaluación ambiental a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y otras regulaciones específicas para la industria de la desalación.
Además, el proyecto está sujeto a un constante monitoreo y vigilancia por parte de las autoridades competentes, y las acciones que puedan implicar incumplimientos serán tratadas conforme a las sanciones legales establecidas en las normativas vigentes.

En relación con el punto 9 de la observación, en cuanto al proyecto de ley que se está desarrollando en el Congreso relacionado con la regulación de la desalinización del agua de mar, si bien en Chile se está trabajando para fortalecer la normativa en este ámbito, existen otros países con mayor trayectoria en la legislación de tecnologías de desalación que han establecido exigencias muy estrictas en cuanto a su operación y gestión ambiental. Un ejemplo claro de ello es Australia, cuya normativa se encuentra reflejada en la "*Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters*" (ANZECC, 1992), que establece regulaciones rigurosas sobre aspectos como la gestión de salmuera, la protección de ecosistemas marinos y la sostenibilidad a largo plazo de las fuentes de agua. El actual proyecto toma como referencia esta normativa internacional, particularmente las guías mencionadas, tanto en lo que respecta a las emisiones como a la implementación y el desarrollo general del proyecto, adoptándose un enfoque preventivo y responsable en todos los aspectos de la planta desalinizadora, siguiendo las mejores prácticas recomendadas a nivel mundial. Cabe mencionar que, dentro de los procesos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en Chile, esta normativa internacional es considerada una referencia clave para evaluar y gestionar proyectos de este tipo.

En relación con el punto 10 de la observación, respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un

contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

- Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
- Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.
- Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

En relación con el punto 11 de la observación, la preocupación sobre el impacto del proyecto en las corrientes marinas y, por ende, en las especies marinas y sus ciclos reproductivos, es comprensible, especialmente considerando el conocimiento empírico que tienen los trabajadores de orilla tras años de experiencia en Playa Arenillas Negras. Sin embargo, el proyecto consideró detalladamente las corrientes marinas de la zona, asegurando que la operación de la planta desalinizadora no generará cambios negativos que afecten la fauna marina. La descarga de salmuera se realizará mediante un sistema de difusión diseñado para asegurar una rápida dilución, evitando incrementos significativos en la salinidad del agua en áreas extensas. Además, durante el proceso de ósmosis inversa, el agua no es sometida a procesos térmicos, lo que significa que la temperatura de la salmuera es prácticamente la misma que la del agua de captación. Los sistemas de desalación de ósmosis inversa presentan una variación de temperatura menor a 2°C, lo que está dentro del rango de variabilidad natural del océano. Un ejemplo técnico de desaladoras operativas en condiciones similares ha demostrado que la temperatura de la salmuera suele mantenerse dentro de un margen de ±1°C respecto a la temperatura ambiental del océano, lo que minimiza cualquier posibilidad de alteración de las corrientes marinas.

El proyecto también analizó el comportamiento de las corrientes marinas locales, considerando su variabilidad según las condiciones climáticas y estacionales, concluyendo que la operación de la planta no interfiere con estos patrones naturales ni afecta el transporte de huevecillos, larvas o alevines de especies marinas. De este modo, se garantiza la preservación de los ciclos reproductivos naturales y se descarta el riesgo de desorientación o mortalidad de las especies marinas. Además, se reconoce la importancia de la experiencia de los trabajadores de orilla y se han generado instancias de diálogo y

participación para integrar su conocimiento al proceso de evaluación y seguimiento ambiental, reafirmando el compromiso de proteger los recursos marinos y las actividades que dependen de ellos.

En relación con el punto 12 de la observación, se informa que el Titular ha manifestado que Agua Altiplano ha demostrado un interés significativo en evaluar los posibles impactos de este proyecto, especialmente en relación con el medio marino y las actividades de los trabajadores locales, como los orilleros y otros usuarios de la playa Arenillas Negras. De hecho, uno de los aspectos prioritarios en la evaluación del proyecto ha sido precisamente la interacción con el ecosistema marino, buscando comprender y disminuir cualquier posible impacto en las actividades productivas y recreativas de la zona. En el desarrollo del Proyecto, se realizó una caracterización detallada no solo de las especies marinas, sino también de las especies terrestres y las aves que habitan la zona. Este análisis incluyó el estudio de los impactos potenciales tanto en la fase de construcción como en la de operación de la planta desaladora. Respecto de las aves el Titular presentó el CAV de "Monitoreo de Avifauna", cuyo objetivo es evitar la potencial pérdida de ejemplares de avifauna principalmente aves costeras (ver Cuadro 7.2 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

En base a este estudio exhaustivo y a la experiencia de otros proyectos similares, se ha concluido que el impacto sobre las especies no será significativo. Esta conclusión está respaldada por los modelos de impacto ambiental que se han desarrollado, los cuales han considerado las variaciones estacionales y el comportamiento de las especies en relación con las corrientes marinas.

Además, es importante resaltar que, para garantizar la precisión de estos estudios y monitoreos, se implementará un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual permitirá realizar un seguimiento continuo de las condiciones del entorno. Este plan se llevará a cabo a lo largo de la operación del proyecto, y en caso de identificarse cualquier anomalía o singularidad en los impactos previstos, se tomarán medidas correctivas para evitar efectos negativos sobre los ecosistemas.

También se han establecido mecanismos de comunicación con la comunidad (Participación Comunitaria y Monitoreo), permitiendo que los habitantes y trabajadores locales puedan informarse y participar activamente en el monitoreo del proyecto. Se habilitarán instancias de transparencia y talleres informativos para asegurar que la comunidad esté al tanto del proceso y pueda reportar cualquier eventualidad posterior a la implementación del proyecto.

En cuanto al reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), es importante resaltar que efectivamente este detalla la necesidad de considerar información sobre las actividades humanas, económicas y culturales de las comunidades afectadas, y esta información fue tomada en cuenta durante la identificación de impactos y en el desarrollo general del proyecto. Así, se ha trabajado bajo el marco normativo exigido, asegurando que la evaluación ambiental sea lo más completa y detallada posible. Además, en cuanto a las estaciones del año y las especies que dependen de ellas, también se ha dado una atención especial en la evaluación, considerando las variaciones naturales y los posibles efectos de las corrientes marinas.

En relación con el punto 13 de la observación, el Titular ha señalado que se ha comprometido con la preocupación de la comunidad en relación con los recursos bentónicos de Playa Arenillas Negras, que son fundamentales para muchas familias locales; además de constituir recursos vitales para las actividades económicas y culturales de la comunidad, especialmente para quienes dependen de la pesca artesanal, el buceo y el marisqueo. Ahora bien, siempre que se presenta un Proyecto a evaluación ambiental en áreas que interactúan con el medio humano, como es el caso de Playa Arenillas Negras, el Titular debe realizar una evaluación de los posibles impactos en los receptores cercanos, que son las personas y comunidades que dependen directamente de esos recursos. En este caso, el Titular ha presentado estudios que han tenido en cuenta los usos sociales, económicos y culturales de la playa por parte de las familias de orilleros y recolectores. También presentó estudios sobre el impacto ambiental en los ecosistemas marinos y de los posibles efectos en las actividades humanas que se desarrollan en la zona, especialmente aquellas relacionadas con el uso de la playa y los recursos marinos. A este respecto ver, por ejemplo, Anexo 3.28 de la Adenda, Anexo 3.3 de la Adenda Complementaria, Anexo 2.1.3 de la Adenda Extraordinaria.

En cuanto al impacto del Proyecto, el Titular presentó antecedentes acerca de la tipología del residuo descargado que, en este caso, es la salmuera generada por el proceso de ósmosis inversa. La salmuera descargada será similar al agua de mar y no se presentan elementos tóxicos ni agresivos para los organismos marinos. Además, su concentración de sal no superará los niveles naturales del océano, lo que garantiza que no se alterará de manera significativa el equilibrio ecológico de la zona. A través de estudios previos y modelos de impacto ambiental, el Titular ha estimado que el impacto de la desalinizadora en los recursos bentónicos y en las actividades de la comunidad será mínimo. De todos modos, para asegurar que esta predicción se cumpla, se ha establecido un Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) que incluirá monitoreos continuos de la calidad del agua, la biodiversidad marina y las actividades pesqueras. Este plan tiene como objetivo verificar que las condiciones se mantengan dentro de lo esperado y, en caso de detectar cualquier anomalía, tomar medidas correctivas oportunas para evitar impactos en los ecosistemas y en las actividades económicas de la comunidad. Además, este proceso de monitoreo y vigilancia se complementará con una comunicación constante con la comunidad local, que podrá informar cualquier eventualidad o inquietud que surja después de la implementación del proyecto. También se han previsto instancias de transparencia, como talleres informativos y otras actividades de participación, para asegurar que todos los miembros de la comunidad estén informados y puedan expresar sus preocupaciones.

De esta forma, el Proyecto busca asegurar que el desarrollo de la planta desaladora se haga de manera responsable, respetando tanto del medio ambiente como la actividad económica y social de la comunidad de Playa Arenillas Negras, promoviendo un desarrollo sostenible que no perjudique los recursos naturales ni el bienestar de las familias que dependen de ellos.

En relación con el punto 14 de la observación, el Titular ha señalado su compromiso con el legado cultural y patrimonial de la comunidad, especialmente en relación con los vestigios arqueológicos encontrados en la zona de trabajo, como las momias chinchorreras y los elementos asociados a las antiguas prácticas de pesca; así como de la labor que desarrollan los orilleros en la conservación de las tradiciones y herramientas, así como también en el hecho de ser los principales transmisores de ese

conocimiento ancestral, lo que los convierte en custodios importantes de la historia y el patrimonio de la región. Respeto del patrimonio cultural y arqueológico y la preocupación respecto a la protección de los vestigios arqueológicos, como las momias de la cultura Chinchorro, el Titular reconoce el valor histórico y cultural de estos hallazgos, y por ello, el Proyecto ha presentado estudios y antecedentes sobre el componente para garantizar la protección del patrimonio cultural en la zona de Arenillas Negras. A este respecto se sugiere consultar el Anexo 3.2 de la Línea de Base Arqueológica y el Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional, para identificar y proteger cualquier vestigio arqueológico presente en las áreas de intervención y las medidas a adoptar las que incluyen:

1. Recolección superficial de restos prehispánicos: Se ejecutará una grilla de unidades de 2 x 2 m en las áreas de intervención para garantizar la recuperación total de los vestigios arqueológicos. Este trabajo incluirá:
    2. Registro fotográfico y dibujo de planta de todos los restos encontrados.
    3. Barrido y tamizado de sedimentos superficiales para recuperar materiales arqueológicos, asegurando que ningún elemento sea pasado por alto.
4. Rescate arqueológico previo a la intervención: Antes de iniciar cualquier obra de excavación, se realizará un rescate arqueológico integral, lo que asegura que no se afecten áreas con restos arqueológicos importantes, como las momias Chinchorro.

Durante la ejecución de las obras, se garantizará la presencia de arqueólogos profesionales acreditados, quienes supervisarán continuamente las excavaciones para identificar cualquier hallazgo no previsto. En caso de encontrarse vestigios arqueológicos adicionales, se aplicarán protocolos estrictos, tales como:

5. Detención inmediata de las obras: Si se identifica un hallazgo, las actividades se detendrán en el área correspondiente para evaluar el descubrimiento.
6. Registro y rescate de los vestigios: Los arqueólogos realizarán un registro detallado y el rescate de los restos, siguiendo los lineamientos del PAS 132 y de la legislación vigente en Chile, como la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales.

El Titular se ha comprometido en preservar y respetar los vestigios arqueológicos en todas las fases del desarrollo del Proyecto, implementando medidas preventivas y correctivas que aseguren la protección de los bienes patrimoniales. Además:

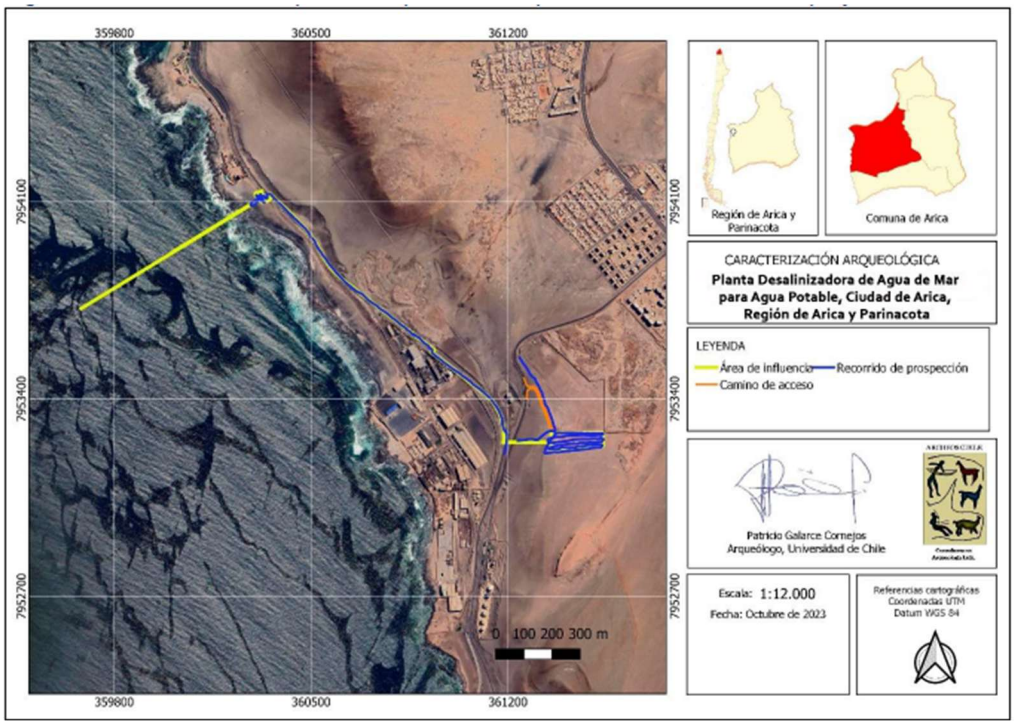
1. No se realizarán intervenciones en áreas con restos arqueológicos identificados hasta que estos hayan sido rescatados y documentados de manera adecuada.
2. El proyecto ha incorporado un compromiso con el rescate arqueológico para garantizar que todos los materiales recuperados sean entregados al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) para su conservación y estudio.

El Proyecto también considera la importancia de informar y sensibilizar a los trabajadores involucrados en las obras, mediante capacitaciones específicas sobre la relevancia cultural de los hallazgos arqueológicos en la zona y las medidas necesarias para su protección. Los detalles del PAS 132 (Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional), aseguran el rescate, protección y conservación de todos los hallazgos, cumpliendo con los más altos estándares de medidas arqueológicas y con la legislación nacional vigente. Nos comprometemos a proteger y respetar el patrimonio cultural de la región durante todas las fases del proyecto.

Además, se informa que, en el marco de la elaboración de la línea de base del componente arqueológico y paleontológico del Proyecto, el Titular realizó prospecciones arqueológicas y paleontológicas preventivas en el área de influencia del Proyecto (Ver Anexo 3.2 de la Línea de Base Arqueológica y el Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional). Estas actividades tuvieron como objetivo identificar, registrar y caracterizar eventuales evidencias de patrimonio cultural presentes en el territorio, antes del inicio de cualquier intervención asociada a las obras del Proyecto.

Respecto del componente arqueológico y como resultado de dichas prospecciones, se identificaron hallazgos de carácter arqueológico que corresponden a evidencias materiales de ocupaciones humanas pasadas, las cuales fueron registradas y evaluadas por el especialista a cargo. En función de sus características, contexto y valor patrimonial, estos hallazgos arqueológicos fueron considerados relevantes y, por lo mismo, el Proyecto debe aplicar un permiso específico para asegurar su protección antes de ejecutar obras. Ese permiso es el PAS 132, que regula cómo se maneja el patrimonio arqueológico cuando un proyecto puede afectarlo. Durante la primera etapa de la caracterización, se realizó una inspección visual del área del Proyecto, se planificó recorridos a pie en líneas paralelas, separadas entre sí cada 10 metros, de manera de revisar sistemáticamente toda la superficie y cubrir el 100% del área del proyecto. A continuación, se muestra en un mapa a escala, el trayecto realizado.

Figura. Prospección superficial o inspección visual del área del proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En las prospecciones se registraron 14 hallazgos arqueológicos, la mayoría correspondientes a ocupaciones prehispánicas, principalmente del período Intermedio Tardío, sin descartarse un posible caso de mayor antigüedad (probable arcaico), además de un hallazgo asociado al período colonial. En

términos generales, estos resultados confirman lo indicado por la revisión bibliográfica respecto de una ocupación intensa del borde costero del sur de Arica desde tiempos antiguos. Sin embargo, también se constató que gran parte de las evidencias se encuentran alteradas, removidas o parcialmente destruidas por intervenciones industriales y constructivas históricas en el sector, por lo que los hallazgos registrados se ubican próximos a zonas altamente intervenidas y a acopios de sedimentos externos al lugar. A continuación, se muestran imágenes en terreno de algunos de los hallazgos constatados en el sitio arqueológico SA-01.

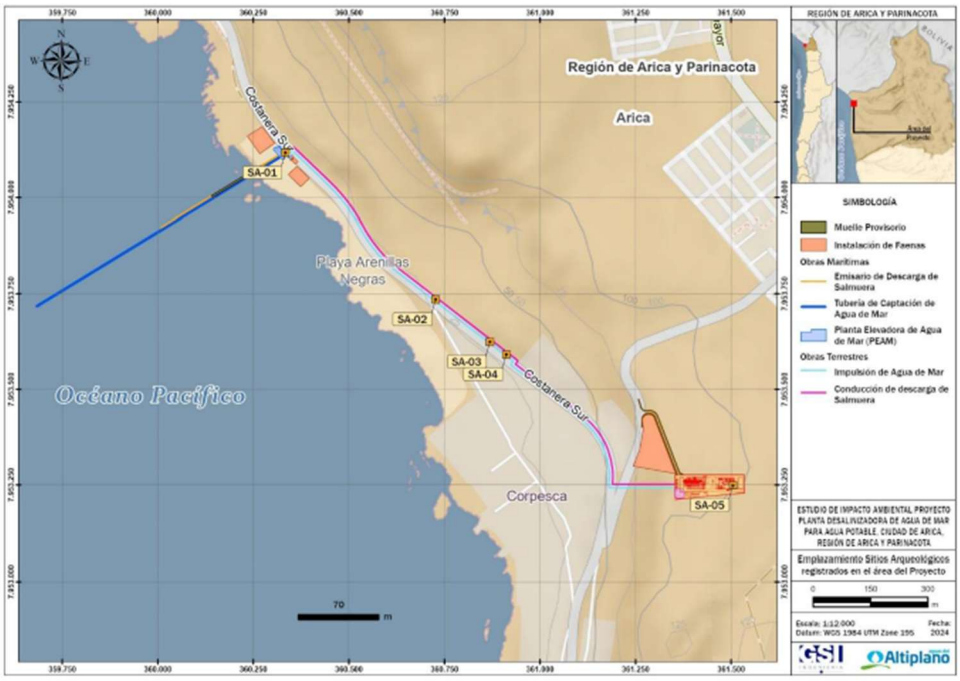
Imagen. Hallazgos del Sitio Arqueológico SA-01, Cultura Arica Período Intermedio Tardío.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Para ordenar y presentar esta información de manera clara, los hallazgos se agruparon según su cercanía espacial, conformándose finalmente cinco polígonos arqueológicos34, los cuales se describen como sitios arqueológicos para efectos de su registro, análisis y definición de medidas asociadas.

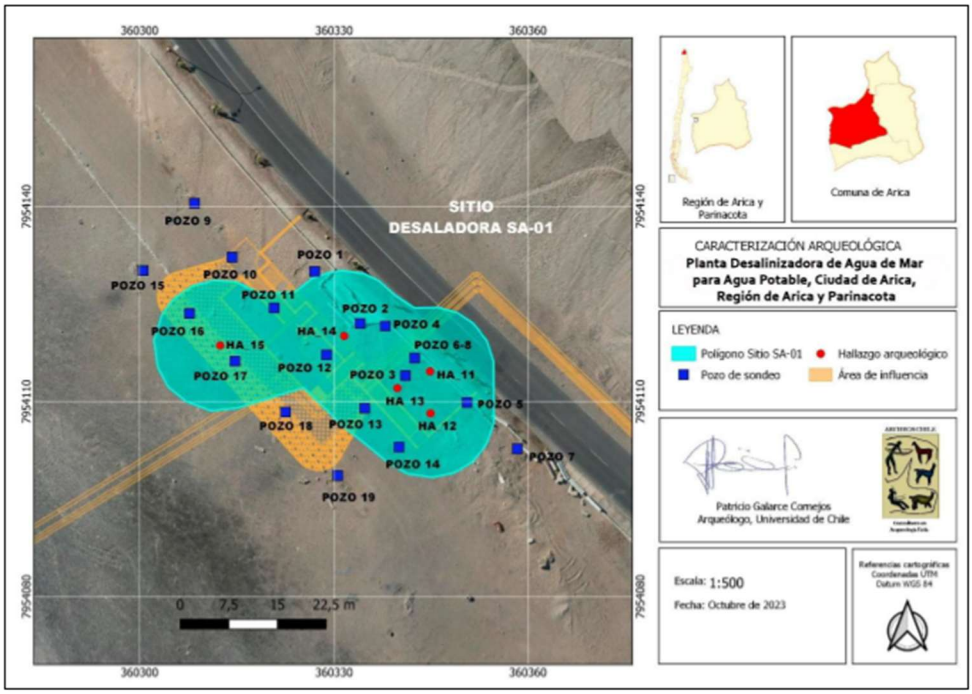
Figura. Sitios Arqueológicos registrados en el área del Proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Luego de la revisión en superficie y una vez delimitadas las áreas con hallazgos (polígonos arqueológicos), se hizo una segunda etapa para "mirar bajo el suelo" y conocer mejor cada sitio. Para esto, se excavaron pozos de revisión (sondeos)35, de forma rectangular, de aproximadamente 1 metro por 0,5 metros. La excavación se realizó a mano, y se fue avanzando por capas de 10 centímetros, para registrar de manera ordenada lo que aparecía a medida que se profundizaba36. Todo el material extraído se revisó con un colador o malla (tamizado), de forma que también pudieran recuperarse fragmentos pequeños que no se ven fácilmente a simple vista. Los materiales encontrados se guardaron en bolsas y se etiquetaron indicando de qué pozo y de qué profundidad provenían. Al terminar, los pozos se rellenaron con el mismo material extraído. Además, se realizó un registro con fotografías y un levantamiento con dron para dejar constancia del área revisada. En el caso del sitio Desaladora SA-01, este se encuentra cerca de la playa Arenillas Negras, en el mismo sector donde se planea construir la planta elevadora de agua de mar. Para estudiarlo con más detalle, se planificó excavar 16 pozos distribuidos en tres líneas paralelas, siguiendo la dirección de la obra proyectada. Como el suelo es muy arenoso e inestable, fue necesario hacer ajustes por seguridad y para poder trabajar correctamente, por lo que finalmente se excavaron 19 pozos en este sitio. A continuación, se presenta un mapa que muestra la ubicación de los pozos dentro del área del proyecto. Es importante señalar que este mismo procedimiento se aplicó en cada uno de los sitios identificados.

Figura. Distribución pozos de sondeo arqueológicos en el sitio SA-01.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En general, el análisis mostró que el borde costero del sur de Arica ha tenido muchas intervenciones modernas (por ejemplo, caminos y obras), lo que ha removido parte del suelo y mezclado materiales en algunos sectores. Por eso, no todos los sitios presentaron el mismo nivel de información ni la misma relevancia. Sin embargo, el sitio Desaladora SA-01 destacó por conservar evidencias más claras y mejor delimitadas, asociadas principalmente a ocupaciones prehispánicas del período Intermedio Tardío. Todo este trabajo forma parte de la línea de base del proyecto, es decir, del estudio que se realiza durante la evaluación ambiental y antes de presentar el EIA, para conocer cómo es el área antes de construir. La conclusión fue que, debido a que algunos de estos sitios, y especialmente SA-01, se ubican en sectores donde se proyectan obras, el proyecto podría afectar directamente patrimonio arqueológico. Por esta razón, fue necesario evaluar el impacto del proyecto sobre el patrimonio cultural y definir medidas específicas para su manejo, lo que se formaliza a través del PAS 132.

Fase de Construcción:
Una vez terminada la línea de base, es decir, después de identificar y caracterizar los sitios arqueológicos, el siguiente paso dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue analizar cómo las obras del proyecto podrían afectar ese patrimonio (ver Anexo 3.1.13 Predicción y evaluación de impactos de la Adenda Extraordinaria). Para ello, se revisaron todas las actividades de construcción (instalación de faenas, excavaciones, obras terrestres y marítimas, instalación de tuberías, etc.) y se cruzaron con la información obtenida en terreno. Ese cruce permitió identificar una situación clara: varias de las obras requieren movimientos de tierra, y esos movimientos podrían afectar directamente los hallazgos arqueológicos identificados en la línea de base. Por esa razón, se definió un impacto ambiental denominado, "*Alteración del Patrimonio Cultural por movimientos de tierra que puedan afectar hallazgos arqueológicos*". Dicho

impacto fue evaluado para distintas partes del proyecto (faenas temporales, obras permanentes, obras marítimas y terrestres), ya que en todas ellas existe intervención del suelo.

En el EIA, cada impacto se analiza mediante una metodología que asigna valores a distintas variables. Estas variables permiten estimar qué tan relevante puede ser la afectación. La evaluación consideró:

3. Carácter: si el impacto es positivo o negativo.
4. Certidumbre: qué tan probable es que ocurra.
5. Intensidad: qué tan fuerte sería la alteración.
6. Extensión: en qué área se manifestaría.
7. Duración: cuánto tiempo podría mantenerse.
8. Reversibilidad: si es posible recuperar la condición original.

Cada una de estas variables recibió una valoración numérica. Luego, esos valores se combinaron para obtener una Calificación Ambiental del Impacto (CAI). Además, se consideró el Valor Ambiental del Componente (VAC), que corresponde a la importancia que tiene ese componente en el área del proyecto. En este caso, el patrimonio cultural fue catalogado con un valor alto (VAC 6), debido a:

9. La presencia hallazgos arqueológicos de ocupaciones prehispánicas relevantes.
10. La coincidencia directa entre algunos sitios y las obras proyectadas.
11. La existencia de normativa específica que protege estos bienes.

Una vez analizada la información levantada en la línea de base y cruzada con el diseño del proyecto, la evaluación ambiental permitió distinguir situaciones diferentes dentro del área de intervención.

En primer lugar, se determinó que en sectores como la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y, especialmente, en el sitio Desaladora SA-01, existe una coincidencia entre las obras proyectadas y áreas donde se identificaron depósitos arqueológicos con mayor integridad y concentración de materiales. En este sitio no solo se registraron hallazgos en superficie, sino también evidencias en profundidad que indican ocupaciones humanas prehispánicas recurrentes. Esto significa que las excavaciones necesarias para instalar las obras podrían intervenir directamente un contexto arqueológico protegido por ley. Por esa razón, el impacto fue calificado como negativo y relevante, alcanzando categoría de impacto significativo.

En segundo lugar, la evaluación mostró que otros sectores, como los sitios SA-02, SA-03 y SA-04, presentan materiales arqueológicos que se encuentran removidos, mezclados o transportados por intervenciones modernas (como obras viales y movimientos de sedimentos). En estos casos, aunque existe presencia de material cultural, no se identificaron depósitos arqueológicos íntegros ni contextos que permitan una interpretación clara del pasado. Por ello, su relevancia científica y patrimonial es menor en comparación con SA-01, lo que se reflejó en una calificación de impacto menos severa. En el caso del sitio SA-05, la evaluación determinó que los restos presentes son escasos y superficiales, y que no aparecen capas con restos al excavar que indiquen que el lugar conserve evidencia bajo el suelo.

Dado que existen hallazgos arqueológicos dentro del área del proyecto y siguiendo las recomendaciones del especialista que realizó la caracterización, se definieron e incorporaron medidas específicas para

reducir al mínimo la afectación que podrían generar las obras sobre este patrimonio. Estas medidas también permiten registrar y documentar adecuadamente los hallazgos, y reportar sus resultados al Consejo de Monumentos Nacionales mediante los informes y seguimientos correspondientes. A continuación, se presentan las medidas propuestas para mitigar este efecto (Para más detalle ver Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria):

12. MM1 - Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada): Esta medida consiste en realizar excavaciones controladas en el sector más relevante del sitio Desaladora SA-01, donde se identificó mayor concentración de restos arqueológicos. Antes de que comiencen las obras, se intervendrá aproximadamente la mitad del área más sensible, mediante excavaciones planificadas y realizadas por especialistas, con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de información posible antes de que el terreno sea intervenido por el proyecto. Todo el material recuperado será analizado, conservado y entregado a una institución autorizada. Además, esta medida cuenta con un plan de seguimiento que contempla la elaboración de informes técnicos que deben ser enviados periódicamente al Consejo de Monumentos Nacionales, para que la autoridad revise y valide el trabajo realizado (ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
13. MM2 - Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva): En sectores donde los restos arqueológicos son escasos y se encuentran principalmente en la superficie (como en el sitio SA-05), se realizará una recolección ordenada y controlada del material visible. Esto implica registrar, fotografiar, levantar y analizar los restos encontrados antes de que comiencen las obras, asegurando que la información no se pierda. Posteriormente, los materiales serán estudiados por especialistas y depositados en una institución autorizada. Al igual que en la medida anterior, existe un plan de seguimiento que exige informar periódicamente al Consejo de Monumentos Nacionales sobre las actividades realizadas y sus resultados (ver Cuadro N° 2.2 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
14. MM3 - Monitoreo Arqueológico Permanente: Durante toda la fase de construcción, un profesional arqueólogo supervisará diariamente las excavaciones y movimientos de tierra para detectar posibles hallazgos no previstos. Si se encuentra algún resto arqueológico, las obras se detendrán en ese sector y se dará aviso inmediato al Consejo de Monumentos Nacionales, siguiendo el procedimiento que establece la ley. Este monitoreo incluye la elaboración de informes mensuales y un informe final, los cuales deben ser enviados a la autoridad para mantener un control formal y continuo de las actividades (ver Cuadro N° 2.3 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
15. MM5 - Charlas de Inducción Arqueológica Mensual: Todos los trabajadores de la obra recibirán una capacitación mensual dictada por un arqueólogo, donde se explicará qué es el patrimonio arqueológico, cómo reconocer posibles hallazgos y qué hacer en caso de encontrar alguno. El objetivo es prevenir daños accidentales y asegurar que todo el personal conozca el procedimiento legal correspondiente. Estas actividades quedan registradas en informes con lista de asistencia y respaldo fotográfico, los cuales forman parte del sistema de seguimiento y también son informados al Consejo de Monumentos Nacionales ((ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.4 de la Adenda Extraordinaria).

16. MM5 - Señalización cercado provisorio de sitios y hallazgos arqueológicos: Antes de iniciar las obras, los sitios identificados como sensibles (como SA-01 y SA-02) serán delimitados físicamente mediante cercos y señalética visible que advierta su condición de área protegida. Esto evita intervenciones involuntarias y restringe el acceso. El estado de estos cercos será revisado periódicamente en el marco del monitoreo arqueológico, y cualquier mantención o modificación será registrada e informada a la autoridad competente ((ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.5 de la Adenda Extraordinaria).

Además de definir las medidas de mitigación para los sitios ya identificados, el Titular también evaluó un riesgo adicional (ver Anexo 8 de la Adenda Excepcional), el que dice relación con que durante las obras aparezcan hallazgos no detectados previamente en la zona (por ejemplo, restos arqueológicos o paleontológicos que no estaban a la vista). Como esa posibilidad existe cuando se remueve terreno o se interviene el fondo marino, se preparó un plan de contingencias y emergencias para actuar de forma ordenada si ocurre un hallazgo inesperado. En términos simples, el plan de emergencias y contingencias, llamado "Riesgo: Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico", contempla dos momentos. Primero, medidas para prevenir este tipo de situación: se hace una evaluación de riesgos para identificar dónde podría existir mayor probabilidad de encontrar patrimonio, se revisa qué tan "vulnerables", es decir, qué tan probable es que en un lugar puedan aparecer restos arqueológicos o patrimoniales no identificados previamente, son las áreas de trabajo y los equipos que intervienen, y se capacita al personal para que pueda reconocer señales de un posible hallazgo y sepa qué hacer si aparece algo relevante. Todo esto queda respaldado con registros: se deja evidencia del monitoreo constante de las actividades de excavación en el fondo marino y de las capacitaciones realizadas.

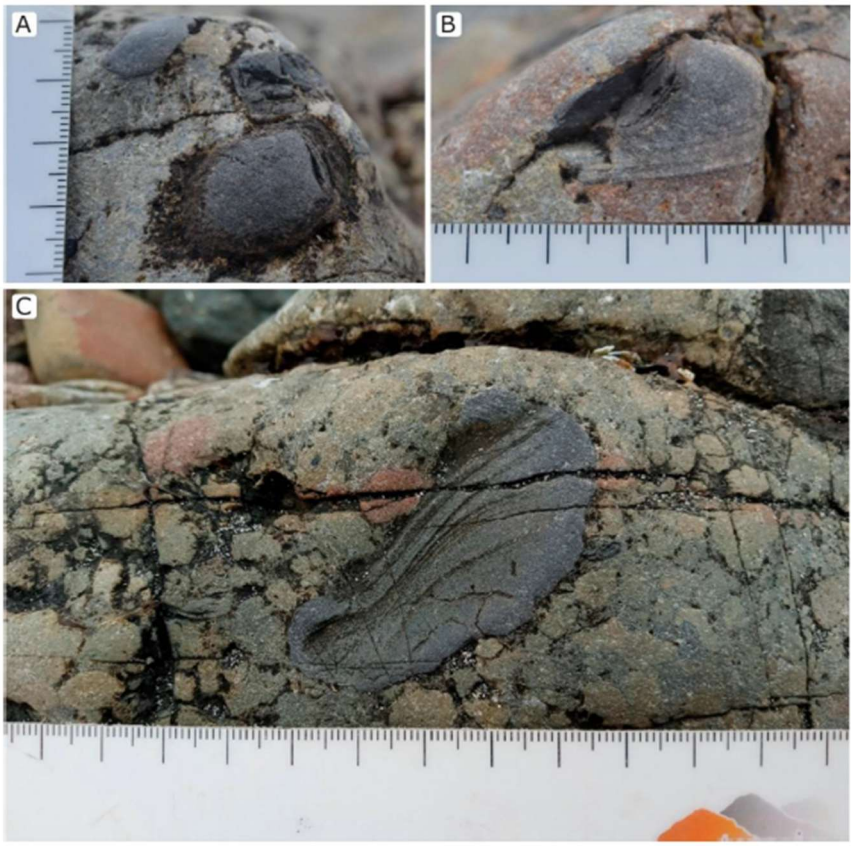
Segundo, el Plan también explica qué hacer si efectivamente aparece un hallazgo no previsto. En ese caso, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Detener de inmediato los trabajos en el lugar exacto donde apareció el hallazgo.
2. Avisar al equipo responsable y activar el protocolo correspondiente.
3. Solicitar la revisión de especialistas en patrimonio, quienes evaluarán qué se encontró y qué tan importante es.
4. Proteger el área (por ejemplo, delimitándola o cercándola) para evitar daños adicionales.
5. Continuar los trabajos solo en las zonas donde no exista riesgo para el patrimonio.
6. Realizar una evaluación más completa del hallazgo y dejar registro de lo encontrado.
7. Coordinar con las autoridades competentes las medidas de conservación que correspondan.
8. Elaborar un informe del evento y, si es necesario, mejorar o ajustar el plan en base a la experiencia obtenida.

Respecto a la comunicación con la autoridad, el Plan señala que, si ocurre una contingencia o emergencia de este tipo, una vez controlada la situación se notificará mediante el sistema de seguimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. En el caso de la activación por hallazgos patrimoniales, también se considera la notificación al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN).

Respecto del componente paleontológico, se informa que al igual que la caracterización arqueológica realizada en el área de emplazamiento del Proyecto, se realizaron trabajos respecto a la caracterización paleontológica. A diferencia de lo que ocurre con la arqueología, donde los restos pueden encontrarse enterrados bajo capas de tierra recientes, en este caso el patrimonio paleontológico identificado está asociado a rocas que se encuentran expuestas en la superficie. Es decir, los fósiles no están ocultos bajo el suelo, sino que forman parte de una formación geológica visible en la playa Arenillas Negras, razón por la que, se realizó nuevamente una prospección superficial en el área de estudio del proyecto, similar a la realizada para la componente arqueológica, tal como se muestra en la imagen a continuación:

Imagen. Hallazgos del Sitio Paleontológico, hallados en rocas de Formación Camaraca.

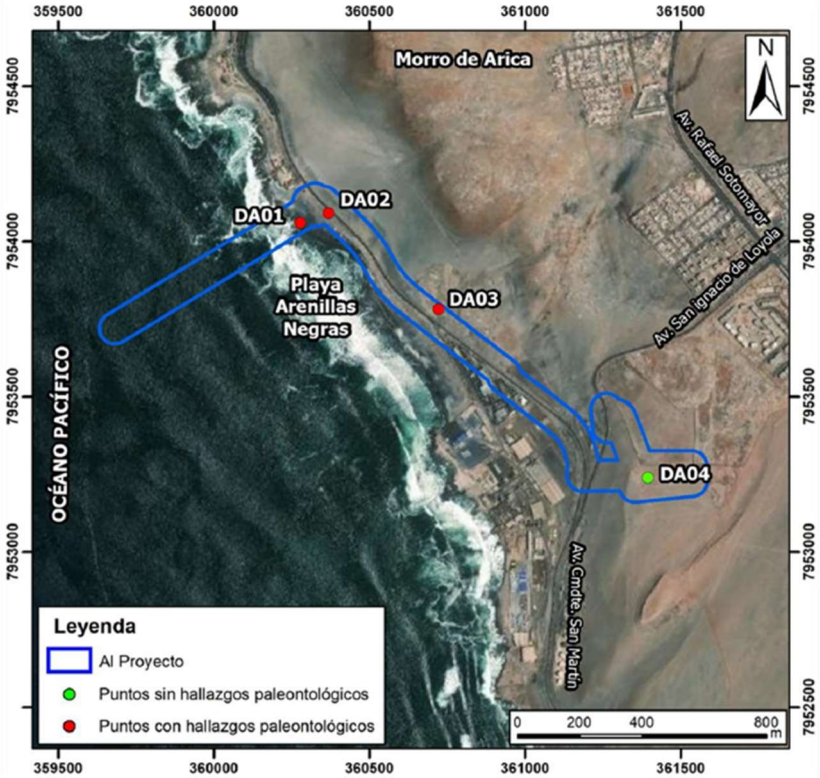


Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.
Nota: A-B. Moldes o vaciados de bivalvos indeterminados contenidos en capas de conglomerados, observados en los afloramientos de playa Arenillas Negras.
C. Fragmento de Ostreidae indet. contenido en la misma capa de conglomerado. Escalas en cm.

En esta prospección se encontraron tres (3) hallazgos paleontológicos dentro del área del proyecto, conformando un polígono para el sitio paleontológico, llamado “Afloramientos de Formación Camaraca y depósitos asociados en Playa Arenillas Negras”, que abarca una superficie de 38 ha. Estos hallazgos corresponden a invertebrados marinos, específicamente amonites, bivalvos y braquiópodos. Estos restos se encuentran contenidos en capas de conglomerado y arenisca en afloramientos de Formación Camaraca, o en clastos de arenisca y lutita hallados en los depósitos coluviales y litorales provenientes de la erosión de Formación Camaraca.

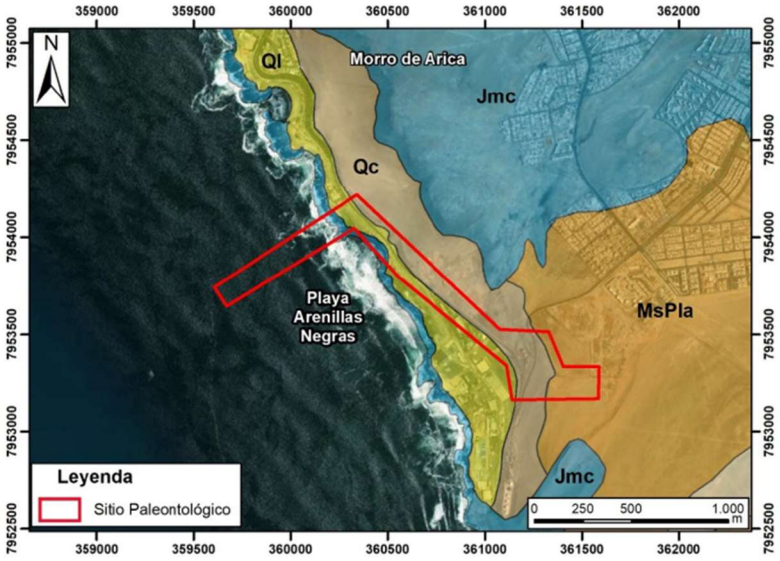
En particular, los restos fósiles se encuentran contenidos en la llamada Formación Camaraca, que aflora naturalmente en el sector. Esto significa que las capas de roca donde se alojan los fósiles están expuestas a la vista, producto de procesos naturales como la erosión del mar y el viento. Por esta razón, fue posible identificar los fósiles directamente mediante recorridos sistemáticos en superficie, sin necesidad de realizar excavaciones exploratorias. Los hallazgos se agruparon según su cercanía espacial, conformándose finalmente en un solo polígono paleontológico, el cual se detalla a continuación junto con los puntos de control en el área del proyecto.

Figura. Distribución de los puntos de control (DA01 a DA04).



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Figura. Sitio Paleontológico registrado en el área del Proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En arqueología, los restos culturales pueden encontrarse enterrados bajo depósitos de arena, tierra o rellenos recientes, por lo que muchas veces es necesario hacer pozos de prueba para verificar si existen evidencias bajo la superficie. En paleontología la situación es distinta: los fósiles se encuentran dentro de la roca misma, no en el suelo suelto, y su presencia depende del tipo de formación geológica existente. En este caso, como la unidad fosilífera estaba visible y claramente identificada, no era metodológicamente necesario realizar pozos adicionales para confirmar su existencia. Además, realizar "pozos" en roca consolidada no es equivalente a un sondeo arqueológico. Implica intervención más invasiva, uso de herramientas especiales e incluso maquinaria. Aquí, en cambio, el potencial paleontológico ya estaba confirmado en superficie.

Por esta razón, la estrategia adoptada no fue excavar de manera preventiva, sino implementar medidas de control durante la ejecución del proyecto. Es decir, se establecieron como CAV: i) un monitoreo paleontológico semanal durante las excavaciones y; ii) movimientos de tierra y charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). El primero consiste en realizar charlas de inducción a todos los trabajadores antes de iniciar las obras y cada vez que se incorpore una nueva empresa contratista. En estas charlas se explica qué es el patrimonio paleontológico, por qué es importante protegerlo y qué hacer en caso de encontrar un fósil durante los trabajos. De esta forma, se busca evitar daños accidentales y asegurar que cualquier hallazgo sea informado y manejado adecuadamente.

El segundo compromiso corresponde a un monitoreo paleontológico semanal durante las excavaciones y movimientos de tierra en las zonas con potencial fosilífero. Este monitoreo será realizado por un profesional especialista, quien revisará el material removido y dejará registro formal de cada visita. En caso de detectarse nuevos restos fósiles, se aplicará un protocolo específico de acción y se informará a la autoridad correspondiente.

Cabe señalar que los fósiles registrados en la línea de base presentan, en general, un estado de conservación regular a deficiente y muchos de ellos se encuentran retrabajados o fragmentados por la acción natural del mar y la erosión. Además, los hallazgos se localizaron principalmente en superficie o en material ya erosionado, no en contextos enterrados intactos.

Para la fase de construcción, considerando este escenario acerca del estado de conservación observado, la exposición superficial de los restos y la implementación de medidas preventivas y de control durante la construcción, el Titular concluyó que el Proyecto no genera un impacto significativo sobre el componente paleontológico (Anexo 3.13 de la Adenda Excepcional), ya que se establecen mecanismos claros para su resguardo y manejo oportuno en caso de nuevos hallazgos.

Para la fase de operación (cuando la planta ya está funcionando), se revisó si las actividades normales del Proyecto podrían afectar el patrimonio paleontológico. Esta revisión consideró tareas típicas como funcionamiento de equipos y mantenciones habituales. Con esa revisión se concluyó que en operación no se hacen excavaciones, no se remueven rocas ni se interviene el terreno en los sectores donde podrían existir fósiles. En otras palabras, una vez construida la obra, el proyecto funciona sobre infraestructura ya instalada y no vuelve a intervenir el suelo o las rocas. Por esta razón, en la fase de operación no se identificó un impacto sobre paleontología, ya que no existe una acción del proyecto que genere esa afectación. En consecuencia, no correspondió evaluar el impacto (porque no se genera), y tampoco fue necesario definir medidas de mitigación, compensación o reparación, ni compromisos voluntarios adicionales, ni un plan especial de emergencias y contingencias para esta fase respecto a esta componente.

En definitiva, los antecedentes presentados por el Titular respecto del patrimonio cultural del Proyecto permitieron identificar los hallazgos existentes, así como evaluar los eventuales riesgos de afectación. En el caso de la arqueología, se confirmó que existe un sitio con mayor relevancia (SA-01), donde podrían verse afectados restos asociados a antiguas ocupaciones humanas. Por esta razón, el Proyecto reconoció ese impacto como significativo y definió medidas concretas y obligatorias para proteger, rescatar y documentar adecuadamente ese patrimonio antes y durante la construcción, todo bajo supervisión de especialistas y con control directo del Consejo de Monumentos Nacionales. A continuación, se detallan los impactos relacionados con las partes y obras del proyecto:

9. “Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos” en Instalación de Faenas PEAM.
10. “Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos” en Obras Marítimas - Tramo Terrestre.
11. “Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos” en Instalación de Faenas PTOI.
12. “Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos” en Obras Anexas.
13. “Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos” en Obras Terrestres.

En los demás sectores arqueológicos identificados, los restos se encontraron mayormente removidos, mezclados o en superficie, producto de intervenciones anteriores. Aun así, el proyecto incorporó medidas de rescate, monitoreo permanente, cercos de protección, señalización visible y capacitación obligatoria a todos los trabajadores, asegurando que cualquier hallazgo sea tratado con el cuidado que corresponde. Las medidas, cuyo detalle se pueden consultar en el Anexo 2.3 de la Adenda Excepcional, son las siguientes:

14. Medida de Mitigación N°1: Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada).
15. Medida de Mitigación N°2: Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva).
16. Medida de Mitigación N°3: Monitoreo Arqueológico Permanente.
17. Medida de Mitigación N°4: Charlas de Inducción Arqueológica Mensual.
18. Medida de Mitigación N°5: Señalización, cercado provisorio y barrera física de sitios y hallazgos arqueológicos.

Además, se establecieron planes para actuar frente a hallazgos no previstos, incluyendo la detención inmediata de obras y la notificación a la autoridad competente, llamado, Riesgo: "*Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico*", en la fase de construcción. A su vez, el titular comprometió la implementación de dos compromisos ambientales, para asegurar el resguardo de este recurso, cuyo detalle se puede consultar en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria. Estos son:

19. Mural informativo y/o estructura interpretativa en fase de construcción, cuyo objetivo es promover la educación patrimonial y reforzar la protección de los hallazgos arqueológicos y/o elementos patrimoniales protegidos por la Ley N° 17.288 presentes en el área del proyecto.
20. Folleto informativo e inducción al personal de mantención en fase de operación, cuyo objetivo es prevenir la afectación del patrimonio arqueológico presente en sectores aledaños al proyecto durante la fase de operación, mediante la entrega de información clara y la prohibición expresa de intervenciones de subsuelo fuera del área autorizada.

En el caso del patrimonio paleontológico, los fósiles identificados se encuentran en formaciones rocosas expuestas y presentan, en general, un estado de conservación regular a bajo, muchos de ellos fragmentados por procesos naturales. Considerando su condición superficial y la naturaleza de las obras, se determinó que el proyecto no genera un impacto significativo sobre esta componente. No obstante, igualmente se establecieron compromisos preventivos, como monitoreo paleontológico durante la construcción y charlas de inducción a los trabajadores, para asegurar que cualquier nuevo hallazgo sea protegido y reportado oportunamente. Estos son:

21. Charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Ver Cuadro 7.14 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).
22. Monitoreo Paleontológico cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Paleontológico) (Ver Cuadro 7.15 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Finalmente, respecto a la fase de operación, cuando la planta ya esté funcionando, se concluyó que no se realizarán excavaciones ni intervenciones del suelo en los sectores con valor patrimonial. Por ello, no se generan impactos significativos en esta fase. Aun así, el proyecto incorporó medidas preventivas

adicionales, como inducciones al personal de mantención y procedimientos específicos ante eventuales emergencias (Riesgo: "Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico" en la fase de Operación), reforzando el compromiso de resguardar el patrimonio cultural en el tiempo.

En síntesis, el Proyecto no desconoce la presencia de patrimonio cultural en el área, razón por la que presentó una serie de medidas para su protección, rescate y manejo adecuado, con supervisión especializada y control de la autoridad competente en la materia. De esta manera, se pretende que el desarrollo del Proyecto sea compatible con el cuidado y respeto del patrimonio cultural del sector.

En relación con el punto 15 de la observación, el Titular ha reconocido el trabajo que realizan los orilleros, especialmente en situaciones de riesgo, donde su contribución ha sido clave para salvar vidas; siendo fundamentales en su relación con el entono y la comunidad, así como su relación cercana con la Gobernación Marítima para garantizar la seguridad de todos en la zona. El Titular ha resaltado que tiene en cuenta estas dinámicas comunitarias y la labor de los orilleros en su planificación. En este sentido, se han considerado medidas que no solo buscan minimizar los impactos del Proyecto sobre el entorno natural, sino también para proteger las actividades y los recursos que los orilleros dependen, asegurando que su trabajo no se vea afectado negativamente. Además, se continuará con el Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) que incluirá la supervisión de todas las interacciones del proyecto con la comunidad, permitiendo un canal de comunicación abierto y constante con los orilleros para abordar cualquier inquietud o eventualidad que pueda surgir.

El Titular del Proyecto se ha comprometido a trabajar en colaboración con la comunidad y las autoridades para asegurar que las labores de los orilleros y su seguridad, tanto en el mar como en sus actividades cotidianas, sean siempre una prioridad.

En relación con el punto 16 de la observación, el Titular se ha comprometido y ha reconocido la importancia de tener claridad respecto de la responsabilidad a largo plazo en relación con la concesión y los posibles impactos ambientales. Por esta razón, el Proyecto ha presentado medidas de control y prevención de impactos ambientales, incluyendo un detallado Plan de Gestión Ambiental que aborda posibles riesgos y un Plan de Emergencia para situaciones excepcionales (Ver Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria). Además, el Proyecto contempla un Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) durante toda la fase de operación, lo que asegura que los posibles impactos sean monitoreados de manera constante.

Respecto a la pregunta sobre la responsabilidad post-concesión, en caso de que la concesión finalice en 2033, el Titular de la concesión tendrá la obligación legal de garantizar el cumplimiento de todas las normativas ambientales, incluida la gestión de posibles incidentes, durante la vigencia de la concesión y más allá. Esto incluye la transferencia de responsabilidades a las autoridades pertinentes o a un nuevo operador, según corresponda, para asegurar que no haya lagunas de responsabilidad en cuanto a la gestión de impactos, tales como los derivados de posibles desastres o eventos de mortalidad relacionados con la planta.

El Proyecto se compromete a mantener una comunicación abierta y fluida con las autoridades competentes, así como con la comunidad, asegurando que todas las medidas necesarias para la protección ambiental y social sean cumplidas tanto durante la operación como en el cierre de la concesión. Además, el Titular se ha comprometido a tomar todas las medidas necesarias para asegurar la transferencia ordenada y responsable de cualquier gestión relacionada con la concesión, de manera que no haya riesgos para el medio ambiente ni para la comunidad.

Fase de Operación:
Ahora bien, el mismo análisis se realizó también para la fase de operación del proyecto, es decir, cuando la planta ya está funcionando y no se están ejecutando obras de construcción. En esta fase se revisaron todas las actividades propias de la operación, como el funcionamiento de las instalaciones, labores normales de mantención, supervisión técnica y control de equipos. A diferencia de la construcción, en esta fase no se contemplan excavaciones, movimientos de tierra ni intervenciones del subsuelo en los sectores donde existen hallazgos arqueológicos identificados.

Al cruzar esta información con los antecedentes levantados en la línea de base, se concluyó que durante la operación no existe intervención directa sobre el suelo en los sitios arqueológicos, por lo que el impacto denominado "Alteración del Patrimonio Cultural por movimientos de tierra que puedan afectar hallazgos arqueológicos" no se genera en esta fase del Proyecto.

Si bien siempre puede existir un riesgo muy bajo asociado a situaciones excepcionales, por ejemplo, una reparación puntual que requiera intervenir el terreno o un evento natural que altere el área, estas situaciones no forman parte de la operación normal del proyecto y fueron evaluadas como de muy baja probabilidad de ocurrencia. Por esta razón, el impacto en la fase de operación fue calificado como no significativo, ya que:

1. No hay excavaciones programadas.
2. No se proyectan nuevas intervenciones en los sectores con valor arqueológico.
3. Las áreas sensibles ya fueron abordadas durante la fase de construcción mediante medidas específicas.

Debido a que el impacto en esta fase no resulta significativo, no fue necesario establecer medidas de mitigación, compensación o reparación adicionales, ni Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV) específicos para esta fase respecto a este impacto en particular. Tampoco fue necesario desarrollar un plan especial de emergencias y contingencias adicional, más allá de los procedimientos generales ya considerados en el proyecto.

80. Observante: Alexia Danissa Rivera Barra

Observación N° 221:

En atención por la evaluación de impacto ambiental, al proyecto de una planta desalinizadora en playa ARENILLAS NEGRAS, cuna de todas las especies marinas me pronuncio como presidenta de SIT de Buzos y Pescadores de Orilla Conexos Perico. - Comienzo citando, el pronunciamiento del oficio N°134/2024. - Todas las afectaciones que se pronuncien, todas las especies en base a la biodiversidad y sus especies, a través de la preservación, restauración y usos sustentables de genes, especies y ecosistema. - ¿Qué es la vida marina? La vida marina se refiere a todos los animales, las plantas, organismos y microorganismos que viven en el mar y océanos de agua salada, desde el plancton más pequeño, hasta la ballena más grande, todos los organismos desempeñan un papel en el funcionamiento saludable asombrosos del ecosistema. - Tenemos la existencia de los NOCTILUCAS en las playas en este caso y específicamente me referiré a la playa ARENILLAS NEGRAS. Los NOCTILUCAS se encuentran en la arena de la orilla de la playa este es un organismo unicelular marino, que se incluye dentro del género de los PROTISTAS DINOFLAGELADOS dentro de la clase NOCTILUCIFIPHYCEAE y el orden de los NOCTILUCALES, de estos individuos unicelulares se alimentan todos los filtradores especialmente la pulguilla esta habita en la orilla también podemos encontrarla, hacia mar adentro pero mayormente habita en la orilla La pulguilla o también llamada científicamente TUBERCULATA esta se entierra a varios centímetros bajo la arena saliendo así hacia la superficie en la noche. Se alimenta de restos de algas o animales depositados por las olas en parte alta de la playa siendo un importante limpiador de restos orgánicos también es un cebo natural muy apreciado por los pescadores de orilla por su capacidad de atraer una gran variedad de peces. Especialmente la corvina y el sargo pasando ser parte fundamental de la alimentación de estos peces de orilla. - Están también los FILTRADORES, quienes son los encargados de limpiar el agua (Los choritos quienes viven pegados en las rocas de orilla) que, si bien no son de uso comestible, pero son parte importante teniendo un ciclo biológico aportando con pigmentación y minerales cuando se separan en FITOPLANTO y ZOOPLANTO. FITOPLANTO: Son quienes forman parte de los vegetales dando un color de verde oscuro al agua del mar. ZOOPLANTO: Son los animales entregando el color rojizo al agua del mar. - CHUNGUNGO o nutria de mar, recibe el nombre de CHUNGUNGO por el MAPUDUNGUN que significa GATO DE MAR o LONTRAFELINA, que habita en las costas de nuestra playa, su dieta consiste en crustáceos, camarones, cangrejos, moluscos y diferentes peces y ocasionalmente aves y pequeños mamíferos. Donde normalmente se les puede ver desde aproximadamente 200M de la orilla hacia adentro, es regulador de poblaciones de Cañaque que se reproducen en cantidades en las rocas de orilla y sirven también los cañaque como carnada para los pescadores de orilla que quienes lo usan para el sargo especialmente que es pescado de orilla es por eso que el CHUNGUNGO ayuda para un equilibrio ecológico al alimentarse de estos cañaques. - Tenemos las aves de nuestras costas en el caso de las CATURRAS aves pulguillera que se alimenta mayormente por la pulguilla de mar. - El PIN PINEL ave mariscadora de las costas de orilla continuando con el PLAYERITO este se alimenta de la pulguilla, moluscos, insectos acuáticos, encontrándose estos mayormente en la orilla caracoles como también raíces y plantas acuáticas este pajarito se maneja en grupos y es la única ave que migra desde una costa hasta otra costa de otro país como es el caso de California es capaz de volar desde Arica a California en un tiempo de 7 horas es la única ave que conoce la ruta desde los cielos más corta para llegar a una costa con otra un viaje de avión de 2 días ellos lo logran en 7 horas. No

podemos dejar de nombrar también los diferentes tipos de algas, algunas de ellas que se encuentran desde la orilla hacia adentro como, por ejemplo: CHASCON o ALGAPARDA esta cumple la función de ocultar y oxigenar los pequeños moluscos y peces al igual que el GÜIRO cumpliendo la misma función que el ALGAPARDA también el GÜIRO es una fuente de trabajo para los recolectores de orilla quienes lo sacan en cantidad para luego llevarlo a un secado natural (sol) y posteriormente ser vendidos para productos cosméticos. - Mediante los datos incompletos sin especificación ni darle la importancia de la vida de cada especie anteriormente nombrada desde el más microorganismo, hasta el más visto por su mayor tamaño, son parte de una cadena alimenticia y por ende de un ecosistema marino que es necesario, ser específico en cuanto a su importancia ya que las tuberías que supuestamente irían ancladas en caso de construcción de la desalinizadora en ARENILLAS NEGRAS, sería desde los 200 a 300 metros desde la orilla hacia adentro según el proyecto de agua altiplano este sería DINAMITADO precisamente todo lo que sea orilla hasta mar adentro terminando así con una importante cadena del ecosistema, por encontrarse viviendo ahí en nuestra playa ARENILLAS NEGRAS y que por lo tanto SI EXISTEN. - Y en consideración a este proyecto y a la información entregada por el oficio 134/2024 como presidenta y trabajadora de orilla y conocedora de este ecosistema marino ya que es la fuente de mi trabajo me atrevo a decir que este proyecto NO CUMPLE CON LAS MEDIDAS NECESARIAS Y BÁSICAS PARA PODER SER INGRESADO Y CONSIDERADO PARA SU COSTRUCCIÓN por faltas de profesionalismo, seriedad, información y por existir una falta de RESPETO e INVISILISACIÓN hacia los trabajadores de orilla quienes debieron haber hecho un levantamiento de información hacia nosotros considerando que somos nosotros los expertos del ecosistema marino en el cual hemos trabajado por años de generación en generación desde nuestros descendientes llamados chinchorreros hasta ahora actualmente como también los afectados de la vida y fauna marina declaro este proyecto INCOMPETENTE, INCOMPLETO, MAL ECHO, FALTA DE PROFESIONALISMO Y NEFASTO por lo tanto no se encuentra en posición de poder llevarse a cabo SOLO SER RECHAZADO.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada respecto de que faltaría una evaluación exhaustiva y seria de los impactos que la construcción y operación de la planta desalinizadora podrían tener sobre la vida marina en Arenillas Negras; además, de destacar la importancia de cada especie, desde los microorganismos hasta los mamíferos marinos, como parte integral de la cadena alimenticia y el equilibrio ecológico, se informa que el Proyecto, ha sido elaborado para evaluar exhaustivamente los efectos que la construcción y operación de la planta desalinizadora podrían tener sobre el medio ambiente. Según lo establecido en el Artículo 6 del Reglamento del Sistema de Impacto Ambiental, se requiere un EIA si el proyecto genera efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables, incluyendo el agua y el suelo. En este sentido, el Proyecto ha presentado y realizado un análisis sobre cómo la actividad podría afectar la calidad del agua y la vida marinas en la zona.

Los antecedentes presentados por el Titular indican que, aunque se llevarían a cabo actividades como excavaciones y descargas de salmuera, las medidas propuestas están diseñadas para minimizar cualquier impacto significativo en los ecosistemas marinos. Por ejemplo, se ha modelado la dispersión de sedimentos y salmuera, y se han considerado estrategias para reducir el ruido subacuático que podría afectar a la fauna marina (entre otros, se sugiere consultar Anexo 7.4 KMZ hábitats Ballena Jorobada de la Adenda Extraordinaria; ver Anexo 7.4 sobre ruido submarino y Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda). Estas medidas buscan asegurar que no se produzcan alteraciones significativas en la biodiversidad local. A continuación, se detallan algunos ejemplos específicos, respaldados por la información contenida en los estudios presentados por el Titular:

4. Dispersión de sedimentos durante las excavaciones: El Titular reconoce que las faenas de excavación generarán un aumento de sólidos suspendidos en el agua, lo cual puede afectar la visibilidad y la calidad del agua. Sin embargo, este impacto no es significativo. Para evaluar este impacto, se realizó una modelación de la dispersión de sedimentos suspendidos para profundidades de excavación de 1 a 4 y de 5 a 8 metros. Estos modelos permiten predecir la extensión y concentración de las plumas de sedimentos. El Cuadro N° 5.22 del "Capítulo 5. Descripción de Efectos Artículo 11" del EIA, presenta un resumen de los valores máximos de sólidos suspendidos a diferentes profundidades de excavación. Además, se indican las áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos, lo que permite identificar las zonas donde se requiere mayor atención. El Titular compromete la implementarán de medidas de control de la erosión y sedimentación durante las excavaciones, como el uso de barreras de contención y la programación de las actividades en períodos de menor sensibilidad ambiental.

5. Dispersión de la Pluma Salina (Salmuera): La descarga de salmuera es un subproducto del proceso de desalinización puede aumentar la salinidad en el área circundante y afectar la vida marina. Sin embargo, este impacto se demuestra que no es significativo. Para evaluar este impacto, se realizó una modelación de la dispersión de la pluma salina durante la fase de operación del proyecto. El modelo permite predecir cómo se diluirá y dispersará la salmuera, identificando las zonas donde se podrían superar los límites de salinidad aceptables. La descarga de salmuera se realizará a través de un difusor submarino diseñado para maximizar la dispersión y minimizar la concentración local de sal. Se monitoreará la salinidad en el área circundante para verificar la efectividad de las medidas.

6. Ruido Subacuático: Las actividades de construcción, como el hincado de pilotes, pueden generar ruido subacuático que afecta la fauna marina, especialmente mamíferos marinos y tortugas. El Proyecto evalúo el impacto del ruido subacuático utilizando criterios de exposición fisiológica y conductual. Se presentan áreas de efecto conductual para pinnípedos durante las actividades de hincado de pilotes y áreas de efecto fisiológico para tortugas marinas. Se llega a la conclusión que no hay impacto significativo. Se implementarán técnicas de hincado de pilotes que reduzcan el ruido subacuático, como el uso de martillos vibratorios en lugar de martillos de impacto. Se establecerán zonas de exclusión y protocolos de monitoreo para proteger a los mamíferos marinos durante las actividades de construcción. De manera complementaria, se informa que el Titular presentó el CAV "*Monitoreo de fauna marina*", cuyo objetivo es "*proteger la fauna*

marina, en particular los mamíferos marinos, de los efectos adversos del ruido submarino y de las actividades de construcción que puedan generar perturbaciones acústicas, con el fin de verificar la no superación de los umbrales de referencia" (ver Cuadro 7.5 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

7. Captación de Plancton: La captación de agua de mar para la desalinización puede succionar plancton, lo cual afecta la base de la cadena alimenticia marina. En el EIA se muestra la pérdida de adultos equivalentes máximo anual sin y con aplicación del porcentaje modelado de captación, respecto a la cuota anual de pesca de los recursos anchoveta y sardina española. Se demuestra que el impacto no es significativo. Se optimizará el diseño de las tomas de agua para minimizar la succión de plancton. Se estudiará la factibilidad de implementar tecnologías de exclusión de plancton en las tomas de agua.

Respecto de la consulta acerca de que la construcción de las tuberías, que se extenderían de 200 a 300 metros desde la orilla hacia adentro, implicaría la dinamitación del área, destruyendo hábitats y afectando la cadena alimenticia; lo que tendría consecuencias negativas para los trabajadores de orilla, cuya subsistencia depende de la salud del ecosistema marino, se informa que acerca del impacto ambiental sobre los grupos humanos que habitan y utilizan los recursos marinos, en el Artículo 7 del DS 40/2013, se establece que se debe evaluar si el proyecto provoca un reasentamiento o altera significativamente sus sistemas de vida y costumbres.

Al respecto el Proyecto ha presentado antecedentes en relación con las actividades económicas locales, como la pesca y el turismo, así como las costumbres culturales asociadas a estas prácticas (ver Anexo 3.28 Línea Base de Medio Humano de la Adenda y Anexo 6.22 KMZ de la Adenda Complementaria). El análisis realizado indica que no se prevén alteraciones significativas en las actividades pesqueras ni en las costumbres de las comunidades locales. Tampoco se prevén alteraciones significativas a largo plazo en las actividades pesqueras ni en las costumbres de las comunidades locales, considerando tanto la temporalidad de las fases del proyecto como la extensión espacial de las intervenciones. Esta conclusión se basa en que en la fase de construcción, con una duración limitada en el tiempo, es donde se concentran los mayores potenciales impactos. Por ejemplo, las restricciones de acceso a áreas de pesca debido a las obras marítimas son de carácter temporal y se mejorarán mediante una planificación coordinada con los pescadores locales y la información anticipada. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En la fase de operación, la planta desalinizadora funcionará de manera continua. Sin embargo, el EIA ha modelado y evaluado los impactos a largo plazo de actividades como la descarga de salmuera y la captación de agua de mar, y ha concluido que, con las medidas de mitigación implementadas, no se generarán alteraciones significativas en las actividades pesqueras ni en los recursos marinos a largo plazo.

También es importante señalar que el Titular levanto información acerca de la línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto, la que se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

8. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
9. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
10. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
11. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional

Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*

Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada

mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda

la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado.

Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

12. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
13. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
14. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

15. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
16. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

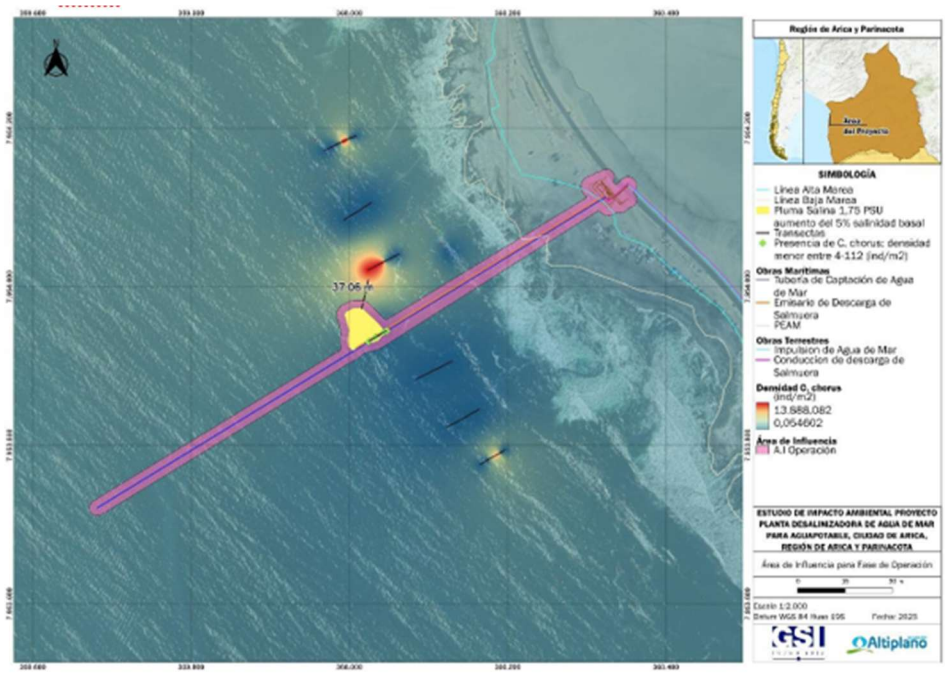
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y

que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de

medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    25. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    26. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    27. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    40. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    41. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    42. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

81. Observante: Alfredo Robynson Aguilera Marin

Observación N° 222:

Yo como buzo orillero llevo más de 40 años trabajando en todas las costas ariqueñas, específicamente nuestra playa y cuna Arenillas Negras, ya que viene de generación de mi padre que fue unos de los mejores pescadores orilleros y que sigue y continuara en las próximas generaciones. Es por eso como experto y conocedor de nuestras costas ariqueñas exijo un verdadero estudio a un proyecto tan invasivo como lo es la desaladora que se nos considere pensando en cada uno de nosotros por ser más de 2000 familias trabajadoras de orilla. En los encuentros que se dieron a la ciudadanía se pudo apreciar la falta de profesionalismo y miles de cosas incompletas y absurdas sin respeto al medio ambiente, como por ejemplo: que esta desaladora desaprovecharía los vapores que lo podrían usar como energía y recuperar la sal para el comercio dentro de la misma ciudad y a las afuera como vente generando un recurso económico y no devolverla al mar con químicos con más temperatura con más salinidad provocando solo desastres ambientales irreversibles. Este es solo un punto del daño que ocasionara este proyecto nefasto e incompleto que matara nuestro único recurso viable para la gente de orilla y recolectores y porque no decir, de todas familias ariqueñas matando nuestros recursos y ecosistemas. Es por eso que una planta desalinizadora no debe ponerse jamás en nuestra única playa llamada Arenillas Negras.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

El Titular ha manifestado su compromiso con las preocupaciones de la comunidad de pescadores y recolectores orilleros respecto al impacto de la planta desalinizadora en Arenillas Negras. Por ello, como parte del proceso de evaluación ambiental, el Proyecto considera diversos estudios científicos y técnicos para asegurar que se minimicen los impactos sobre el ecosistema marino y los medios de vida de quienes dependen del mar. Entendiendo que la pesca y la recolección de orilla son actividades fundamentales para más de 2000 familias en Arica, con una tradición que se ha transmitido por generaciones, el proyecto ha realizado:

1. Estudios de Línea Base Socioeconómica: Para caracterizar a los pescadores orilleros y diseñar medidas de compensación si se identifican afectaciones directas.
2. Participación Ciudadana: Se han llevado a cabo reuniones y se seguirán realizando instancias de diálogo con la comunidad, para atender sus inquietudes y fortalecer medidas de mitigación.
3. Monitoreo Ambiental: Se implementará un sistema de vigilancia para evaluar cualquier posible efecto sobre la pesca y los ecosistemas marinos, con la posibilidad de ajustes en la operación de la desaladora si se identifican impactos significativos.

Respecto del uso de energía y aprovechamiento de subproductos, el Titular ha señalado que respecto del supuesto desaprovechamiento de los vapores y la sal recuperada, lo siguiente:

1. Tecnología Utilizada: La desaladora propuesta opera mediante ósmosis inversa, un proceso que no genera vapor, ya que no requiere evaporación del agua de mar como en la destilación térmica. Por lo tanto, no existe la posibilidad de recuperar vapores para generar energía.
2. Recuperación de Sal para Uso Comercial: La concentración de sales en la salmuera resultante es aproximadamente un 5% mayor que la del agua de mar, lo que no permite una recuperación eficiente de sal para su comercialización. Actualmente, la extracción de sal comercialmente viable se realiza en salares o mediante evaporación solar en lagunas costeras, lo que no es aplicable en este caso.

Respecto de la descarga de salmuera y su impacto en el ecosistema marino debido al supuesto daño que provocará la salmuera con más temperatura y salinidad en el mar, se informa que:

1. No hay aumento significativo de temperatura: El proceso de ósmosis inversa no genera calor excesivo, y la salmuera descargada tiene una temperatura similar a la del agua de mar.
2. Salinidad dentro de límites regulados: La descarga de salmuera se realiza mediante difusores submarinos, que aseguran una rápida dilución en el océano. Los estudios han demostrado que la salinidad en la zona de mezcla aumenta solo un 5% en un área localizada y vuelve a los niveles normales en pocos metros.
3. Monitoreo y Cumplimiento Normativo: La operación de la desaladora debe cumplir con el Decreto Supremo N°90, que regula la calidad de los cuerpos de agua marinos, garantizando que los valores de salinidad y otros parámetros no afecten negativamente la biodiversidad ni la actividad pesquera.

Respecto de la preservación de los recursos y ecosistemas marinos, el Titular ha considerado múltiples medidas para evitar impactos sobre la fauna y la flora marina, incluyendo:

1. Diseño de captación de agua de mar: Se emplearán estructuras de captación a baja velocidad, con rejillas para evitar la entrada de peces y larvas, minimizando cualquier daño a la biodiversidad.
2. Protección de bancos de recursos bentónicos: Se ha realizado un estudio de línea base para identificar áreas sensibles de especies como locos, erizos y algas, y se han definido estrategias de manejo para su preservación.
3. Plan de Compensación Ambiental: En caso de identificarse impactos inevitables en la biodiversidad, se implementarán programas de conservación y restauración ecológica en la zona.

El Titular ha manifestado y comprometido su compromiso con el desarrollo sostenible de la región de Arica, por lo que el propósito de la desaladora es garantizar el acceso al agua potable para la comunidad ariqueña en el contexto de la crisis hídrica que afecta la región y para cumplir dicho objetivo, el Titular ha manifestado que éste no ira en contra del bienestar de quienes dependen del mar. Por ello, el Proyecto está comprometido con seguir dialogando con los pescadores, recolectores orilleros y la ciudadanía para mejorar las medidas de mitigación y asegurar que la planta opere con los más altos estándares ambientales. Para ello, el Proyecto ha incorporado múltiples medidas de mitigación basadas en estudios técnicos (Ver Anexo 2.3 de la Adenda Excepcional).

Acerca de los estudios sobre el ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está

ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

4. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
5. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
6. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
7. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación

Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*

Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3

Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que

necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

8. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
9. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
10. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

11. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
12. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

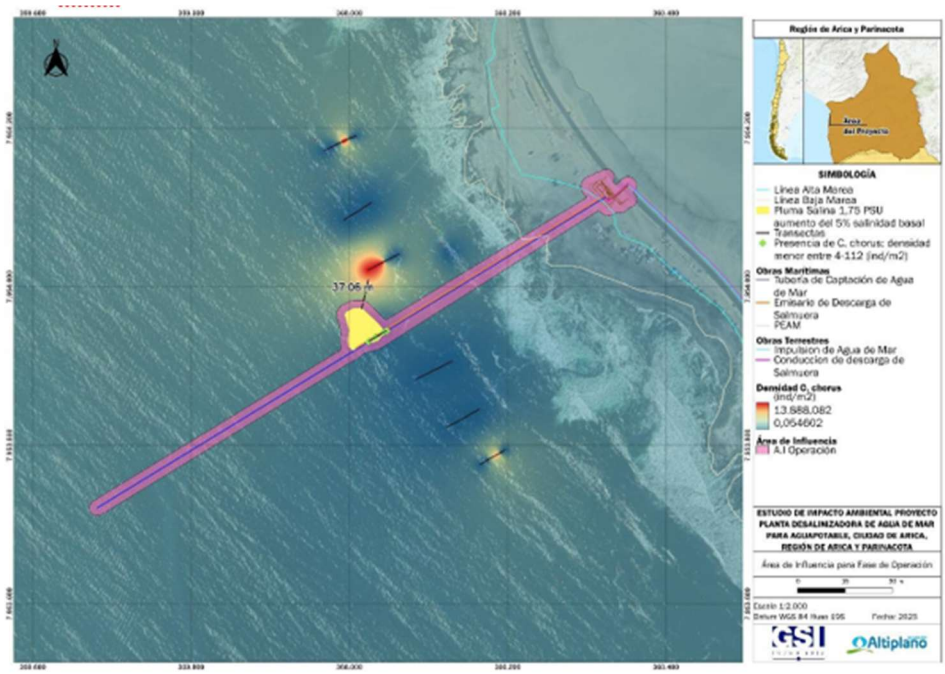
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y

que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de

medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    28. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    29. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    30. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    43. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    44. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    45. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

82. Observante: Alex Orlando Mendez Valderrama

Observación N° 223:

El impacto que nos provoca es muy grande: 1.- el ecosistema cambiara 2.- Lo económico al quedar con nuestra fuente de trabajo contaminada 3.- en lo ambiental 4.- Nos quitaran ese especio para acampar y para nuestros deportistas.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada se informa que el Proyecto ha presentado una serie de antecedentes para minimizar cualquier impacto en el ecosistema, la economía local y el uso recreativo de la playa Arenillas Negras.

Acera del ecosistema marino, se informa que el equilibrio del ecosistema marino es fundamental para la pesca artesanal y la biodiversidad. Por ello, el diseño del Proyecto ha considerado:

1. Descarga con difusores submarinos: La salmuera será liberada a una profundidad adecuada para una rápida dispersión, evitando concentraciones de sal que puedan afectar la vida marina.
2. Aumento controlado de la salinidad: Los estudios indican que la salinidad aumenta solo un 5% de forma localizada y temporal, disipándose con las corrientes marinas.
3. Monitoreo ambiental: Se implementará un Plan de Vigilancia Ambiental que evaluará constantemente la calidad del agua y la biodiversidad en el área de influencia.

Respecto de la pérdida de las fuentes de trabajo por contaminación de las aguas, el Titular ha contemplado medidas para no afectar la pesca y la recolección de mariscos, aclarando que:

1. La salmuera no contiene químicos ni tóxicos perjudiciales.
2. Los estudios previos aseguran que el ecosistema se mantiene estable, sin alterar los ciclos de vida de las especies marinas.
3. La actividad pesquera y marisquera seguirá operando con normalidad, ya que la descarga no genera impactos significativos en los recursos marinos.

Además, se ha establecido un compromiso que consiste en un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), donde pescadores y mariscadores podrán supervisar el cumplimiento de los estándares ambientales.

En relación con el uso recreativo de la playa, se informa que la playa no será privatizada ni cerrada al público. Al respecto, se debe tener presente, durante la evaluación ambiental del Proyecto, lo siguiente:

4. Durante la construcción (23 meses), solo el 2,8% de la playa estará temporalmente intervenida.

5. Después de la construcción, la infraestructura será soterrada y la playa quedará disponible para su uso habitual.
6. El acceso a Arenillas Negras seguirá abierto para todas las actividades recreativas y deportivas.

Específicamente en relación con los Grupo Humanos en el sector de la Playa Arenillas Negras, en donde existen personas que utilizan la playa y el mar con fines deportivos y recreativos, principalmente para la práctica de surf y bodyboard, además de otras actividades vinculadas al baño y al uso recreativo del borde costero, de acuerdo con la información levantada por el Titular durante el proceso de evaluación ambiental, en este sector participan tanto deportistas que practican estas actividades de manera habitual como organizaciones y escuelas deportivas que desarrollan clases y actividades formativas, especialmente con niños, niñas y adolescentes.

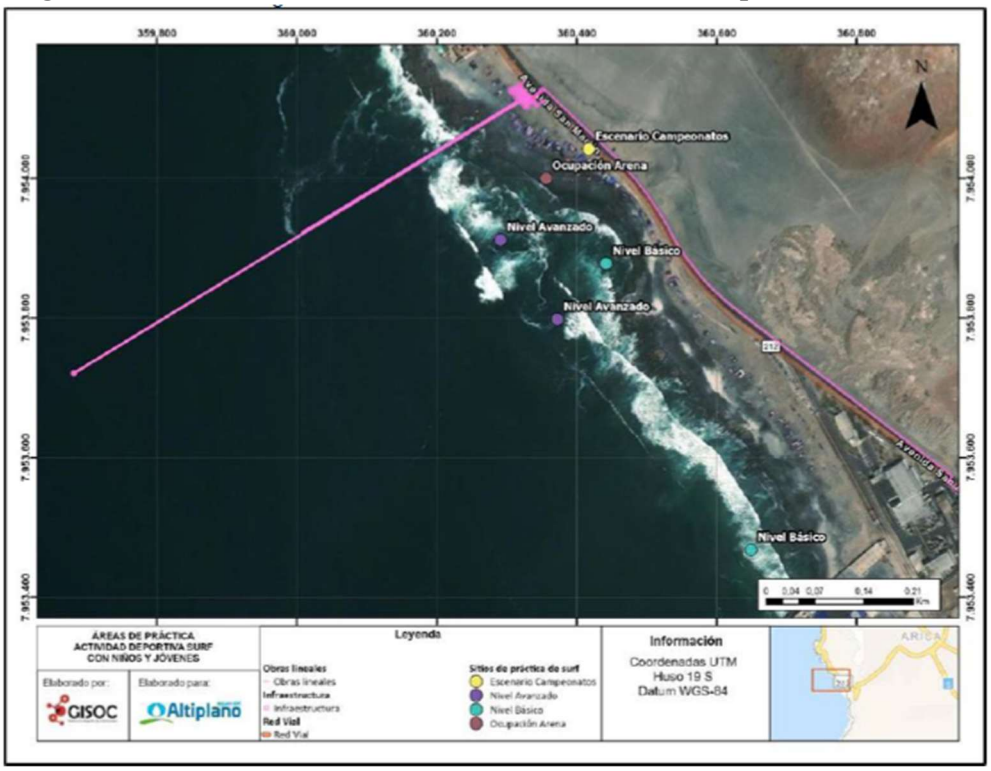
La información recopilada permitió identificar que en Arenillas Negras existe un uso deportivo del espacio costero asociado, principalmente, a la enseñanza y práctica del surf y del bodyboard, reconociéndose la presencia de clubes y agrupaciones que utilizan el sector para estos fines. En este contexto, Arenillas Negras no corresponde solo a una playa de uso libre, sino también a un espacio que es valorado por parte de la comunidad como lugar de aprendizaje, encuentro y práctica deportiva.

La caracterización del uso actual del área señala que el sector de Playa Arenillas Negras presenta un uso activo y permanente asociado a actividades deportivas y recreativas vinculadas al borde costero y al mar. A partir del levantamiento de información en terreno y del análisis del uso del área, se identifica que este espacio es utilizado de manera sistemática por distintos grupos de usuarios, configurando un patrón de ocupación bien definido tanto en términos espaciales como funcionales. El principal uso del área corresponde a la práctica de deportes acuáticos, destacando el surf y el bodyboard como las actividades predominantes. Estas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, donde las condiciones de oleaje permiten la ejecución de estas disciplinas. Se trata de un uso frecuente del espacio, con presencia de usuarios durante gran parte del año, intensificándose en horarios diurnos y en temporadas de mejores condiciones climáticas.

Asimismo, se identifica la presencia de actividades formativas asociadas a estas disciplinas, las cuales se desarrollan en sectores específicos de la playa donde las condiciones del mar son más adecuadas para la enseñanza. Estas actividades involucran a instructores y alumnos, incluyendo niños, niñas y adolescentes, consolidando el área como un espacio de aprendizaje y uso comunitario. De manera complementaria, el sector es utilizado para actividades recreativas, tales como baño, permanencia en la playa y uso general del borde costero. Este tipo de uso se concentra principalmente en la franja de arena y en sectores someros del mar, generando una diferenciación natural respecto de las zonas utilizadas para la práctica deportiva. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Apoyo en traslado de niños y adolescentes de escuelas de surf a sitios donde puedan desarrollar la actividad*" cuyo objetivo es "*garantizar la continuidad de la enseñanza del surf a niños y adolescentes de manera segura, a través del apoyo en el traslado de los alumnos de las escuelas Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro, durante dos periodos estivales*" (ver Cuadro 7.10 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Desde el punto de vista espacial, se observa una distribución clara del uso del área. En efeto, las actividades deportivas se concentran en la zona de oleaje, correspondiente a un sector superficial y cercano a la costa, mientras que las actividades recreativas de baño se desarrollan en sectores aún más próximos a la orilla. No se identifica un uso relevante asociado a actividades deportivas en sectores de mayor profundidad alejados del borde costero. Esta distribución se presenta en la siguiente Figura, en donde se identifican los sectores utilizados para la práctica de surf, incluyendo zonas diferenciadas por nivel (básico y avanzado), así como el área de ocupación en la zona de rompiente.

Figura. Área de desarrollo de actividades de enseñanza deportiva en Arenillas Negras.



Fuente: Figura 50 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

A partir de esta representación, se confirma que el uso deportivo del área se encuentra concentrado en la zona costera y superficial, sin extenderse hacia sectores más profundos del mar. Esta condición permite establecer una diferenciación espacial clara entre las áreas utilizadas por las personas y aquellas donde se emplazan las obras del proyecto. Finalmente, es relevante señalar que este patrón de uso responde a la dinámica propia del borde costero, donde las actividades deportivas y recreativas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente, en función de las condiciones de oleaje y la accesibilidad desde tierra.

En relación con el análisis de la interacción del Proyecto en las distintas fases del Proyecto con las actividades deportivas identificadas en el sector de Playa Arenillas Negras, así como la distribución espacial de dichas actividades en relación con las obras proyectadas, la caracterización del uso del área presentada por el Titular, indica que las actividades deportivas se desarrollan principalmente en

la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa. Esta condición resulta clave para evaluar la interacción con el proyecto, dado que las obras y sus efectos se localizan en sectores diferenciados del medio marino.

Para la fase de construcción, las principales actividades del proyecto que podrían generar interacción con las actividades deportivas corresponden a la ejecución de obras marítimas, incluyendo la instalación de infraestructura en el borde costero y en el medio marino. Dichas actividades pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área, así como la intervención puntual del fondo marino en sectores específicos. En este contexto, la interacción con las actividades deportivas se relaciona principalmente con posibles restricciones temporales de acceso a determinados sectores del mar durante la ejecución de las obras. No obstante, considerando la distribución espacial del uso del área, se observa que:

7. Las actividades deportivas se concentran en la zona de rompiente, cercana a la línea de costa.
8. Las obras marítimas se desarrollan en sectores acotados y de manera temporal.

En función de lo anterior, se informa que la interacción en la fase de construcción corresponde a una interferencia localizada y transitoria, limitada al período de ejecución de las obras, sin implicar una alteración permanente del uso deportivo del área. Asimismo, una vez finalizadas las obras, las condiciones del sector retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad de las actividades deportivas en la zona de rompiente.

En la fase de operación, el principal elemento a considerar es la descarga de salmuera al medio marino. En este caso, la salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar, la cual en el sector no supera los 35 g/L. Sin embargo, las características de esta descarga permiten establecer que no se genera interacción con las actividades deportivas, debido a los siguientes aspectos:

9. En primer lugar, la descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades de surf, bodyboard y baño, las cuales se concentran en la zona de rompiente.
10. En segundo lugar, debido a su mayor densidad, la salmuera tiende a mantenerse en capas más profundas del agua, favoreciendo su dispersión en el fondo marino y limitando su ascenso hacia la superficie.
11. Adicionalmente, la descarga considera un proceso de rápida dilución, lo que reduce significativamente la concentración de salinidad en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En este contexto, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de oleaje ni el área de uso recreativo, donde se concentran los deportistas. Asimismo, aun en un escenario conservador en que pudiesen existir pequeñas fracciones de agua mezclada en sectores más someros, la variación de salinidad es acotada y cercana a las condiciones naturales del mar, sin generar efectos adversos sobre las personas ni afectar el desarrollo de actividades recreativas. En consecuencia, la interacción del proyecto con las actividades deportivas en fase de operación es nula o no significativa, dado que existe

una clara separación espacial entre la descarga y la zona de uso, junto con condiciones de dilución que impiden cualquier afectación en la superficie del mar.
A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y las actividades deportivas desarrolladas en el sector de Playa Arenillas Negras, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área por parte de deportistas se concentra en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa, lo que permite establecer una diferenciación espacial respecto de las áreas donde se desarrollan las obras y donde se produce la descarga de salmuera.

Durante la fase de construcción, los potenciales impactos se asocian principalmente a la ejecución de obras marítimas, las cuales pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área de intervención. En este contexto, el impacto identificado corresponde a una posible interferencia temporal en el uso del espacio marino, producto de restricciones de acceso a sectores puntuales durante el desarrollo de las obras. Sin embargo, este impacto presenta las siguientes características:

12. Es de carácter localizado, ya que las obras se desarrollan en sectores acotados del borde costero y del medio marino.
13. Es temporal, limitado exclusivamente al período de ejecución de las actividades constructivas.
14. No implica una alteración permanente de las condiciones del área ni de la dinámica del oleaje.

En consecuencia, el impacto sobre las actividades deportivas en fase de construcción se evalúa como no significativo, dado su carácter acotado en el espacio y en el tiempo.

En la fase de operación, el análisis se centra en la descarga de salmuera al medio marino. No obstante, considerando las características de esta descarga y la localización de las actividades deportivas, no se identifican impactos relevantes sobre los deportistas. En particular:

15. La descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades deportivas.
16. La salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la natural, la cual no supera los 35 g/L, por lo que la diferencia es acotada respecto de las condiciones del mar.
17. La mayor densidad de la salmuera favorece su permanencia en capas profundas, evitando su presencia en la superficie.
18. La rápida dilución reduce la concentración en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En función de estos antecedentes, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de rompiente ni el área de baño, por lo que no existe interacción con las actividades deportivas. Asimismo, la leve variación de salinidad no genera efectos adversos en las personas ni modifica las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades recreativas, como se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración. Comportamiento de la descarga vs la rompiente de las olas.



Fuente: ilustración 7 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre las actividades deportivas en fase de operación se evalúa como no significativo, dado que no se produce alteración del uso del área ni de las condiciones del medio que permitan su desarrollo.

A partir de los antecedentes presentados, se concluye que las actividades deportivas y recreativas que se desarrollan en el sector de Playa Arenillas Negras, como el surf, el bodyboard y el baño, podrán continuar realizándose de la misma forma que en la actualidad. Esto se explica porque estas actividades ocurren en la zona de las olas, muy cerca de la orilla, mientras que las obras del proyecto y la descarga de salmuera se ubican en sectores más profundos y alejados de la costa, sin coincidir con los espacios donde las personas practican deporte o se bañan.

Durante la fase de construcción, podría existir una interrupción momentánea en algunos sectores específicos, debido a la ejecución de las obras. Sin embargo, esta situación es temporal y acotada, y una vez terminados los trabajos, el mar vuelve a sus condiciones habituales, permitiendo retomar las actividades deportivas sin cambios.

En la fase de operación, la salmuera que se descarga al mar tiene una salinidad solo levemente mayor que la natural (alrededor de un 5% más), y además se dispersa en profundidad, sin subir hacia la superficie. Por esta razón, no llega a la zona de las olas ni a la orilla, que es donde se encuentran los deportistas y bañistas.

Por lo tanto, no se generan riesgos ni cambios en las condiciones del mar que puedan afectar a quienes utilizan la playa para actividades recreativas o deportivas.

En relación con el impedimento del desarrollo de tradiciones familiares, el Titular ha reconocido que en el sector de Playa Arenillas Negras existen personas y grupos familiares que utilizan el borde costero para acampar y compartir actividades recreativas, especialmente durante el periodo estival. De acuerdo con la información levantada, este uso corresponde principalmente a grupos familiares organizados, asociados a la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, quienes utilizan el sector como un espacio de encuentro, descanso y recreación. Asimismo, se identifica que esta actividad tiene un carácter tradicional y de larga data, siendo parte de las prácticas habituales de algunas familias de la comuna, quienes han utilizado este espacio por décadas para reunirse, especialmente en verano, pero también en fechas puntuales durante el año. El grupo humano asociado al camping no corresponde a una ocupación permanente homogénea, sino que presenta distintas formas de uso, incluyendo:

- Familias que permanecen durante el periodo estival completo.
- Grupos que utilizan el sector de manera temporal o por días, especialmente fines de semana o fechas festivas.
- Usuarios que rotan dentro del mismo espacio, manteniendo una ocupación continua a lo largo del tiempo.

En este contexto, el uso del área como camping se configura como una práctica social y recreativa relevante para sus usuarios, aunque su ocupación se desarrolla en un escenario de informalidad, dado que el sector no se encuentra habilitado oficialmente para estos fines.

En relación con la caracterización del uso actual del área por este grupo en el sector de la Playa Arenillas Negras, el Titular reconoce que es utilizado por distintos grupos familiares para actividades de camping y recreación, configurando un uso del espacio que combina permanencia temporal, encuentros familiares y actividades vinculadas al mar. De acuerdo con la información levantada, el uso más intensivo del área se produce durante el periodo estival, principalmente en los meses de enero y febrero, cuando un mayor número de familias se instala en la playa de manera continua. Durante este periodo, el camping se desarrolla como una ocupación organizada, donde distintos grupos familiares permanecen por varios días o semanas, generando un uso más extendido del borde costero. Fuera de la temporada estival, el uso del área continúa, aunque de forma más puntual y dispersa. En estos casos, las familias utilizan el sector para actividades recreativas específicas, tales como celebraciones, encuentros familiares o visitas de corta duración, especialmente durante fines de semana y fechas festivas. Desde el punto de vista espacial, el área utilizada para camping se extiende a lo largo del borde costero, abarcando aproximadamente 940 metros lineales de playa, lo que permite una distribución de los distintos grupos familiares en el territorio. Esta ocupación no es uniforme, sino que se organiza de manera flexible, adaptándose a la cantidad de personas presentes y a las condiciones del lugar.

El patrón de asentamiento es variable, observándose que en algunos casos existen grupos que permanecen por periodos prolongados, mientras que en otros casos los usuarios rotan dentro del

espacio, manteniendo una ocupación continua sin que necesariamente sean siempre las mismas personas. Asimismo, se identifica que existe una dinámica de cuidado del lugar entre los propios usuarios, lo que refuerza el uso recurrente del sector. Adicionalmente, se observa que el uso del área no se limita exclusivamente al camping, sino que se complementa con otras actividades vinculadas al entorno costero, incluyendo el uso del mar para recreación y, en algunos casos, la extracción de recursos marinos a pequeña escala. El uso del sector como camping se desarrolla en un contexto en que no existe habilitación formal para este tipo de actividad, lo que implica que su continuidad depende de las condiciones y decisiones de las autoridades competentes. En este sentido, se trata de un uso que, si bien es recurrente y relevante para sus usuarios, presenta un carácter variable en el tiempo.

En conjunto, estos antecedentes permiten concluir que el uso del área como camping corresponde a una ocupación estacional de alta intensidad en verano y de uso intermitente durante el resto del año, con una distribución espacial amplia y flexible a lo largo del borde costero.

El análisis realizado por el Titular respecto de la interacción del Proyecto con la actividad Campamento, le permitió afirmar que el uso del área como camping se desarrolla principalmente en la franja de playa y sectores inmediatamente adyacentes, con una ocupación de carácter estacional más intensiva en verano, y con presencia más acotada durante el resto del año. Esta ocupación se distribuye de manera flexible a lo largo del borde costero, lo que permite cierto grado de adaptación frente a cambios en la disponibilidad de espacio.
Durante la fase de construcción, las principales interacciones entre el proyecto y la actividad de campamento se relacionan con la ejecución de obras marítimas y terrestres en el sector costero. Estas actividades implican la presencia de maquinaria, equipos, tránsito de personal y, en ciertos momentos, la aplicación de medidas de seguridad asociadas a la ejecución de las obras, lo que puede generar restricciones temporales de acceso o uso en sectores específicos de la playa. En este contexto, es posible que, durante determinados periodos, especialmente en temporada estival, se produzca una reducción parcial del espacio disponible para el camping, debido a la superposición entre las áreas de trabajo y los sectores habitualmente utilizados por las familias. No obstante, es importante considerar que:

- La ocupación del camping se distribuye a lo largo de una extensión amplia del borde costero, lo que permite la reubicación dentro del mismo sector.
- Las restricciones asociadas a la construcción son de carácter temporal, limitadas al periodo de ejecución de las obras.
- Las condiciones del área, una vez finalizadas las obras, retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad del uso.

Adicionalmente, se debe considerar que el uso del área como camping se desarrolla en un contexto en que no existe habilitación formal, por lo que su ocupación ya se encuentra sujeta a variaciones en el tiempo, independientes del proyecto. En función de lo anterior, la interacción en fase de construcción corresponde a una interferencia temporal y acotada, asociada principalmente a la reducción momentánea de espacio disponible, sin implicar una pérdida permanente del uso del área.

En la fase de operación, la interacción entre el proyecto y la actividad de campamento es significativamente menor, ya que no se generan intervenciones directas sobre la superficie de la playa en los sectores utilizados para este fin. El funcionamiento del proyecto se desarrolla principalmente en instalaciones definidas y en el medio marino, sin requerir la ocupación extensiva del borde costero utilizado por los campistas. Asimismo, el principal elemento asociado a la operación corresponde a la descarga de salmuera, la cual se realiza en el mar, a mayor profundidad y alejada de la zona de playa. En este sentido:

- La descarga no afecta la superficie de la playa ni los espacios donde se instala el camping.
- No se generan condiciones que limiten el uso recreativo del borde costero.
- No se producen efectos sobre la seguridad o habitabilidad del sector utilizado por las personas.

El proyecto considera instancias de relacionamiento con la comunidad, lo que permite generar espacios de coordinación y apoyo durante el periodo estival, en caso de que el camping se desarrolle y cuente con las autorizaciones correspondientes. En consecuencia, en fase de operación no se identifican interacciones relevantes entre el proyecto y la actividad de campamento, manteniéndose la posibilidad de uso del área en condiciones similares a las actuales.

A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y el uso del sector de Playa Arenillas Negras para actividades de campamento, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área como camping corresponde a una ocupación estacional y flexible, distribuida a lo largo del borde costero, lo que permite cierto grado de adaptación frente a variaciones en la disponibilidad de espacio.

Durante la fase de construcción, el impacto potencial se asocia a la restricción temporal de acceso y uso de sectores del borde costero, producto de la ejecución de obras y de las medidas de seguridad necesarias para su desarrollo. Este impacto se caracteriza por:

- Ser de carácter negativo, ya que puede limitar momentáneamente el uso del espacio por parte de los campistas.
- Tener una extensión acotada, dado que las obras se desarrollan en sectores específicos del borde costero.
- Ser de duración temporal, restringido al periodo de ejecución de las obras, principalmente durante uno o más periodos estivales.
- Presentar reversibilidad, ya que una vez finalizadas las obras, el área recupera sus condiciones habituales.

Adicionalmente, se debe considerar que la ocupación del camping se distribuye en una extensión amplia del litoral, lo que permite la reorganización interna de los usuarios dentro del mismo sector, reduciendo el nivel de afectación. El uso del área se desarrolla en un contexto de informalidad, lo que implica que su continuidad ya depende de factores externos al proyecto, tales como decisiones de la autoridad o condiciones de acceso. En función de estos antecedentes, el impacto en fase de

construcción se evalúa como negativo de baja magnitud, debido a su carácter temporal, localizado y reversible.

En la fase de operación, no se identifican impactos relevantes sobre la actividad de campamento, dado que el funcionamiento del proyecto no implica una ocupación significativa del espacio utilizado por las personas en la playa. En particular:

- No se generan restricciones de acceso al borde costero en los sectores utilizados para camping.
- No se modifican las condiciones físicas de la playa que permitan su uso recreativo.
- La descarga de salmuera se realiza en el mar, a mayor profundidad, sin afectar la zona de playa donde se desarrollan estas actividades.

Asimismo, el Proyecto contempla instancias de coordinación con la comunidad, lo que permite abordar de manera anticipada cualquier situación que pueda surgir durante el periodo estival. En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre la actividad de campamento en fase de operación se evalúa como no significativo, manteniéndose las condiciones para el uso del área en términos similares a los actuales.

Respecto de otros antecedentes que contribuyen a este análisis, se informa que el área destinada para las obras de la instalación de faena (IF) de la planta desalinizadora ocupará solo el 2,8% de la superficie total de la playa Arenillas Negras. Es decir, el 97,2% de la playa permanecerá disponible para su uso por parte de la comunidad, permitiendo que se continúen llevando a cabo las actividades recreativas, incluido el acampe tradicional. Además, la ocupación de esta área será limitada a una única temporada estival. El inicio del funcionamiento de la IF está planificado para después de marzo, una vez finalizado el período de mayor uso recreativo y el Proyecto tiene previsto que la ocupación del espacio sea temporal y que, durante los primeros trece (13) meses de operación, se mantenga constante el área ocupada. Después de este período, la ocupación comenzará a reducirse de manera proporcional, debido a la disminución de la mano de obra necesaria para las obras de construcción y cierre de la instalación. Reducción progresiva de la ocupación de la playa.

Como parte del proceso de construcción, el área de ocupación se reducirá significativamente después del mes 15. Esto se debe a la eliminación de la zona de acopio, que ocupará una superficie de 634 m². A partir de ese momento, la ocupación de la playa por la instalación de faena disminuirá al 0,6% de la superficie total de la playa. En el mes 16, esta proporción se reducirá aún más al 0,35%, liberando prácticamente toda la playa (99,6%) para el uso de la comunidad. En cuanto a la temporada estival, la playa continuará siendo un espacio de recreación accesible para la comunidad, con solo una pequeña parte ocupada por las actividades de construcción de la planta desalinizadora. Además, se tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que las familias que tradicionalmente acampan en la playa puedan seguir disfrutando de este espacio.

En resumen, la planta desalinizadora y sus obras de construcción ocuparán solo una fracción mínima de la playa durante el proceso de construcción, y se trabajará para garantizar que las tradiciones de

acampada no se vean interrumpidas. Las actividades recreativas podrán continuar, y se reducirá progresivamente la ocupación del espacio a medida que avance la obra.

El análisis realizado muestra que la principal interacción se produce durante la fase de construcción, donde podría existir una restricción temporal y acotada de algunos sectores de la playa, asociada a la ejecución de las obras y a las medidas de seguridad necesarias. No obstante, esta situación es transitoria, limitada en el tiempo y en el espacio, y permite la reorganización de los usuarios dentro del mismo sector, considerando la extensión disponible del borde costero. Una vez finalizadas las obras, el área recupera sus condiciones habituales, permitiendo que las actividades de camping se desarrollen nuevamente sin restricciones asociadas al proyecto.

En la fase de operación, no se generan intervenciones relevantes sobre la playa ni sobre los espacios utilizados por las personas, por lo que no se identifican impactos sobre el uso del área para camping. La descarga de salmuera se realiza en el mar, en sectores profundos y alejados de la costa, sin afectar la zona donde se desarrollan estas actividades.

Asimismo, se reconoce que el uso del área como camping corresponde a una práctica de carácter estacional y de larga data para sus usuarios, pero que se desarrolla en un contexto en que no existe habilitación formal, por lo que su continuidad depende también de factores externos al proyecto.

En este contexto, se concluye que el proyecto no genera impactos significativos sobre la actividad de campamento, permitiendo que esta continúe desarrollándose en la medida que se mantengan las condiciones actuales y las autorizaciones correspondientes.

83. Observante: Segundo Jesus Valderrama Chilale

Observación N° 224:

Por motivos que nos va a afectar la extracción de pesca y también nos va a matar los bancos de almejas, locos, lapas, choros, pulpos y por supuesto La pesca. Tenemos esta playa de Arenillas Negras para acampar los veranos con la familia Nos mata la fauna marina de Arica.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En el marco de la evaluación ambiental del actual Proyecto, el Titular ha presentado una serie de estudios marinos en diversas campañas, garantizando la representatividad de los datos obtenidos. Entre estos estudios, se incluye el análisis de Bancos Naturales (ver Anexo 3.3 de la Adenda Complementaria), que ha demostrado que no existen bancos naturales en el área del proyecto. Además, los estudios realizados sobre la fauna y las modelaciones proyectadas indican que el Proyecto no afectará significativamente la biodiversidad local, debido a que las tuberías de descarga de salmuera y la succión están diseñadas para minimizar el impacto en la biodiversidad del área de emplazamiento.

En cuanto a la línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto, esta se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

19. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
20. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
21. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).

22. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al

sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media

Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada

Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)

Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

23. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
24. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
25. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto,

aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones

en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

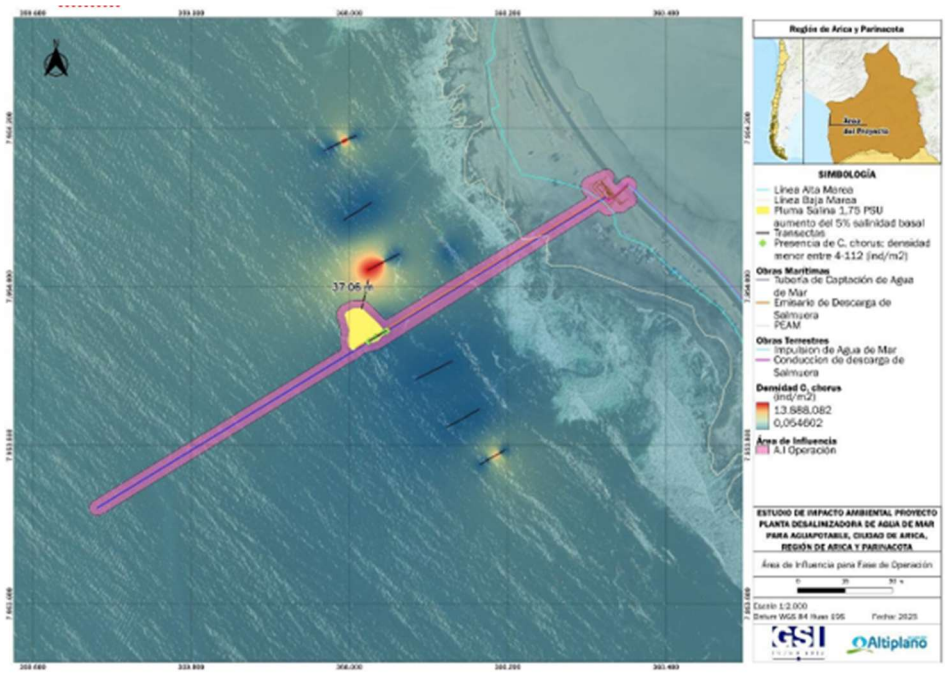
26. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
27. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de

medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    31. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    32. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    33. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    46. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    47. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    48. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

13. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.

14. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica. Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

84. Observante: Alejandro Luque Morales

Observación N° 225:

No al proyecto porque tenemos poca costa, con devolver sal al agua de mar morirá la costa donde buceamos por muchos años y sabemos el resultado. Cuesta mucho que el mar se recupere la costa donde este sector de Arenillas Negras es banco de mariscos. Somos muchas familias que toda la vida vamos a sacar los mariscos

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En el marco de la evaluación ambiental del actual Proyecto, el Titular ha presentado una serie de estudios marinos en diversas campañas, garantizando la representatividad de los datos obtenidos. Entre estos estudios, se incluye el análisis de Bancos Naturales (ver Anexo 3.3 de la Adenda Complementaria), que ha demostrado que no existen bancos naturales en el área del proyecto. Además, los estudios realizados sobre la fauna y las modelaciones proyectadas indican que el Proyecto no afectará significativamente la biodiversidad local, debido a que las tuberías de descarga de salmuera y la succión están diseñadas para minimizar el impacto en la biodiversidad del área de emplazamiento.

En cuanto a la línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto, esta se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

15. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
16. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
17. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).

18. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³)

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de

riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media

Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores

Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "Soft Star de pilotaje" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)

Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

19. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
20. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
21. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto,

aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.

El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

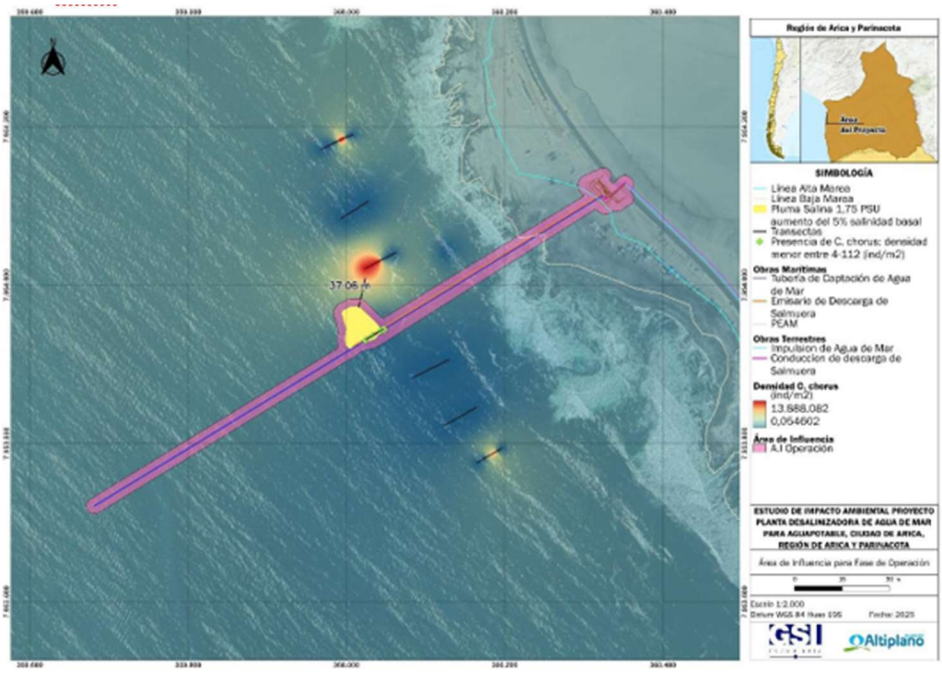
22. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
23. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    34. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    35. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    36. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    49. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    50. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    51. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

13. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras

que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.

14. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

85. Observante: Roberto Carlos Aguilera Morales

Observación N° 226:

Yo como pescador de orilla estoy en desacuerdo con el proyecto Planta Desalinizadora de Agua de mar ya que causa muchos daños al ecosistema y la vida marina ya que por eso aumenta la temperatura del mar y reduce la cantidad de oxígeno en el agua. También genera demasiada cantidad de salmuera altamente concentrada y me reduce las posibilidades de pescar ya que a mis 5 años mi padre me llevaba a pescar a todas las costas ariqueñas sacando todo tipo de carnada (pulgilla, piure, almeja, caracol, nape, etc) para poder llevar el sustento al hogar y a mis 49 años sigo en el mismo rubro y ahora con esto estoy en desacuerdo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En el marco de la evaluación ambiental del actual Proyecto, el Titular ha presentado una serie de estudios marinos en diversas campañas, garantizando la representatividad de los datos obtenidos. Entre estos estudios, se incluye el análisis de Bancos Naturales (ver Anexo 3.3 de la Adenda Complementaria), que ha demostrado que no existen bancos naturales en el área del proyecto. Además, los estudios realizados sobre la fauna y las modelaciones proyectadas indican que el Proyecto no afectará significativamente la biodiversidad local, debido a que las tuberías de descarga de salmuera y la succión están diseñadas para minimizar el impacto en la biodiversidad del área de emplazamiento.

En cuanto a la línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto, esta se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

15. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
16. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.

17. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
18. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al

sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media

Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada

Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)

Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

19. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
20. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
21. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual

continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

22. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
23. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

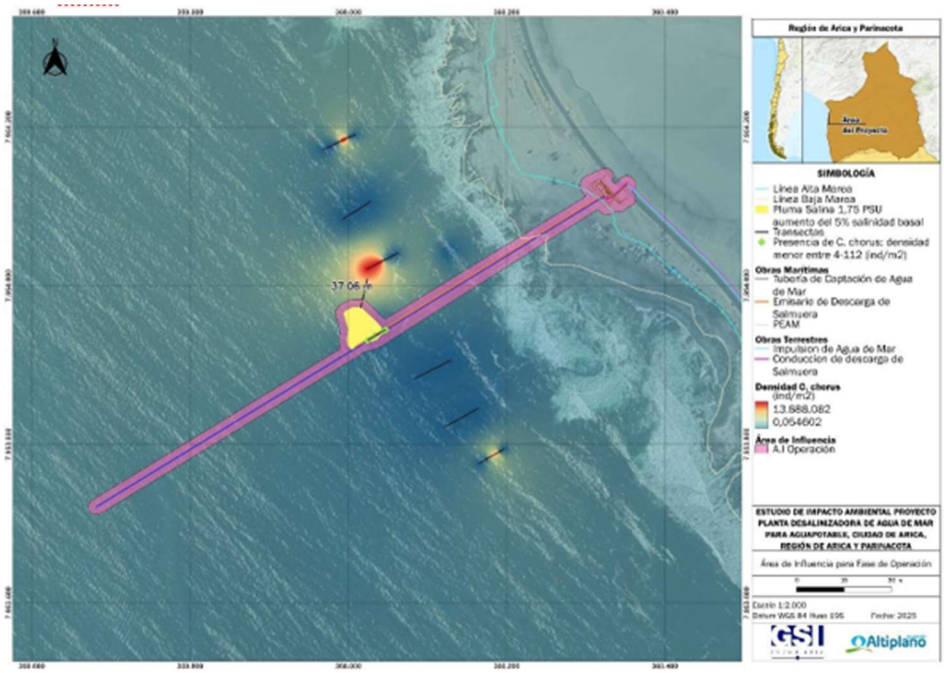
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con

la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el

banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    37. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    38. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    39. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    52. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    53. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    54. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

13. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.
14. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

86. Observante: Carlos Ramiro Galleguillos Garcia

Observación N° 227:

Contaminación Marina: afectaría a gran parte de playa Arenillas Negras ya que los residuos y químicos afectarían gran parte de la fauna marina

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Al revisar la información entregada a lo largo del proceso de evaluación ambiental del EIA del proyecto, se logra establecer que los criterios que definieron su emplazamiento responden a temas relacionados a disponibilidad de terreno, compatibilidad con instrumentos de planificación territorial y criterios técnico-económicos.

Como se observa en el numeral 1.3.5 del Capítulo 1 del EIA, la planta se encuentra en las proximidades del borde costero, cerca del punto de captación de agua marina. Esta elección de ubicación tiene como objetivo reducir la distancia entre la planta y los puntos o áreas de demanda y uso del agua. La cercanía busca optimizar los procesos de conducción y entrega del agua, siendo crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de

construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)"*.

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

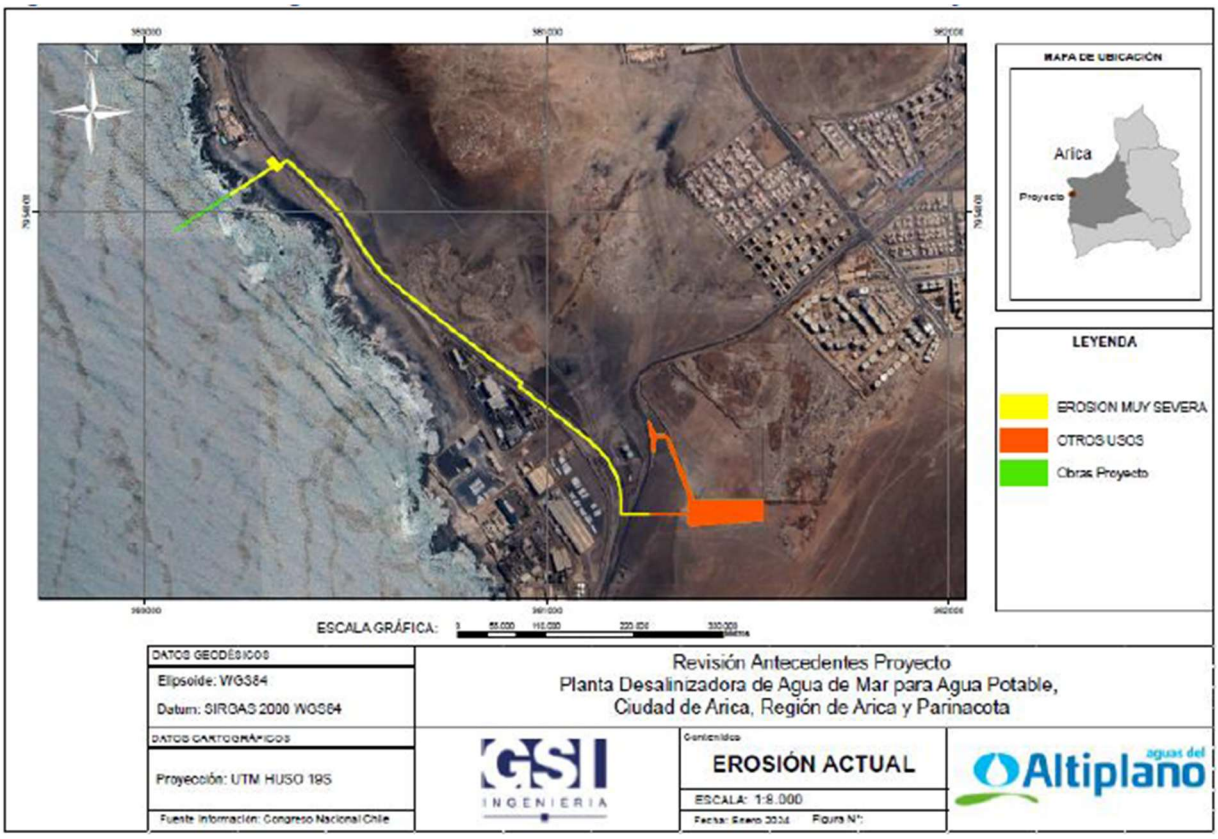
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El

lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Tabla: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

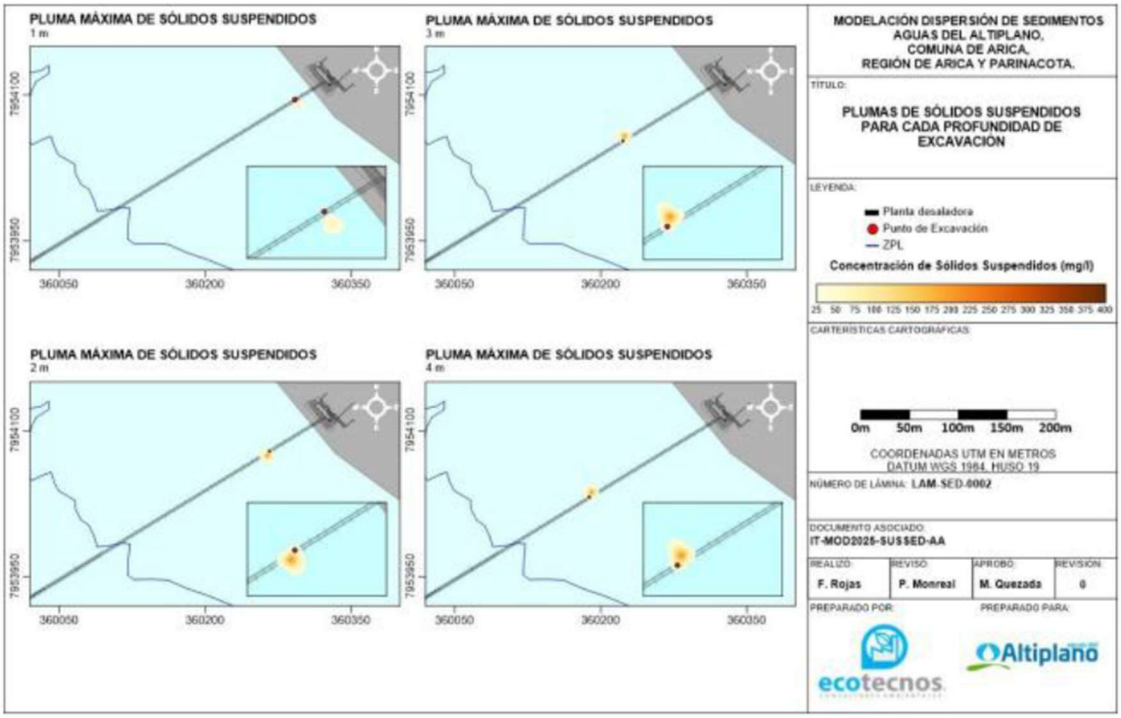
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

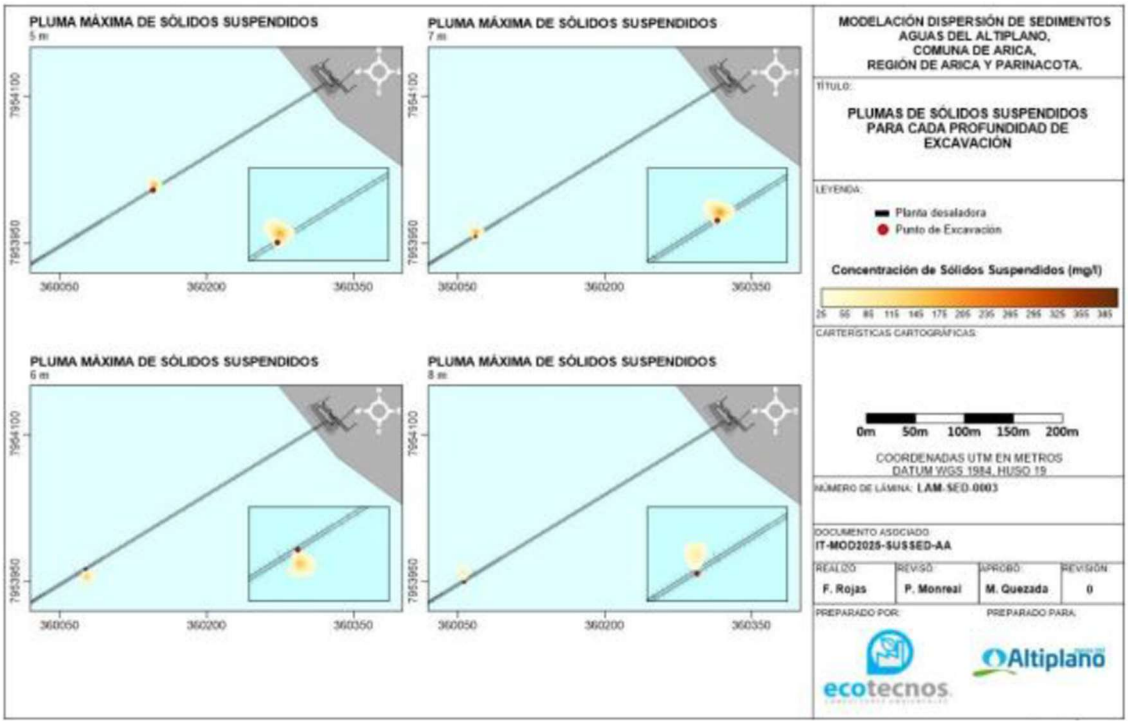
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la

faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos

dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Microlophus heterolepis (corredor de Arica)



Microlophus quadrivittatus (corredor de cuatro bandas)



Leucophaeus modestus (gaviota garuma),



Numenius phaeopus (zarapito)



Haematopus palliatus (pilpilén común)



Sula variegata (piquero)

Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres,

específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los

transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico48

48 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual49

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

49 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

15. 29,5 [m] para actividades de perforación;

16. 34,3 [m] para actividades de dragado;

17. 533 [m] para actividades de embarcación;

18. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

19. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

20. 2 [m] para actividades de perforación;

21. 3 [m] para actividades de dragado;

22. 11 [m] para actividades de embarcación;

23. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

24. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

25. 613,17 [m] para actividades de perforación

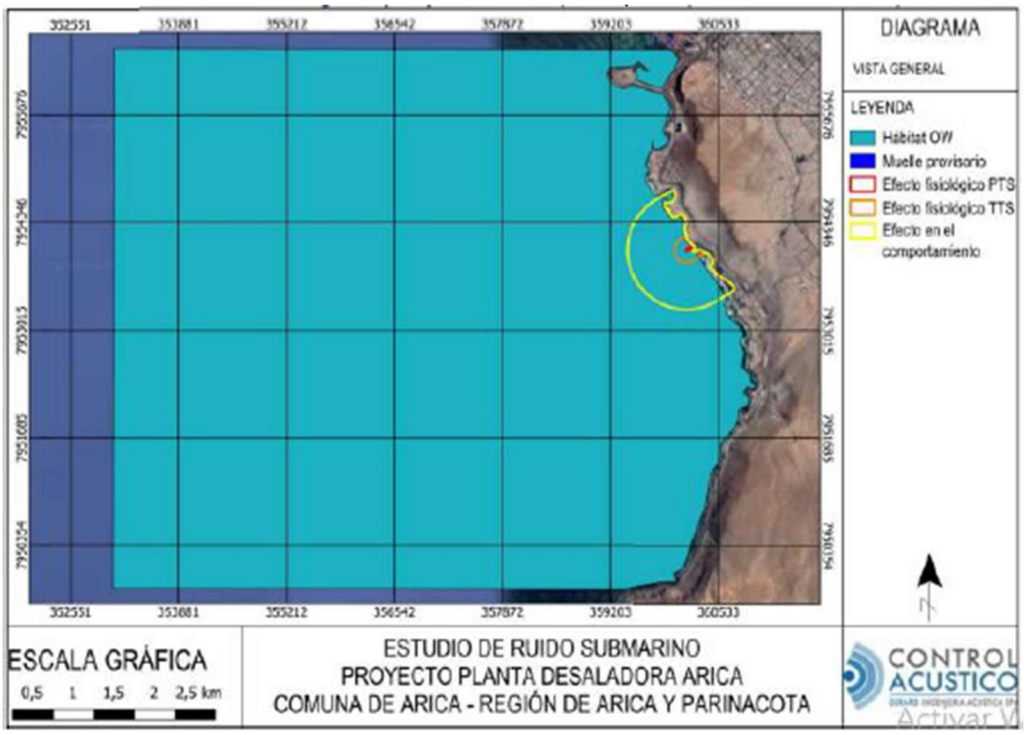
26. 730,36 [m] para actividades de dragado;

27. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

28. 3094 [m] para actividades de tronaduras

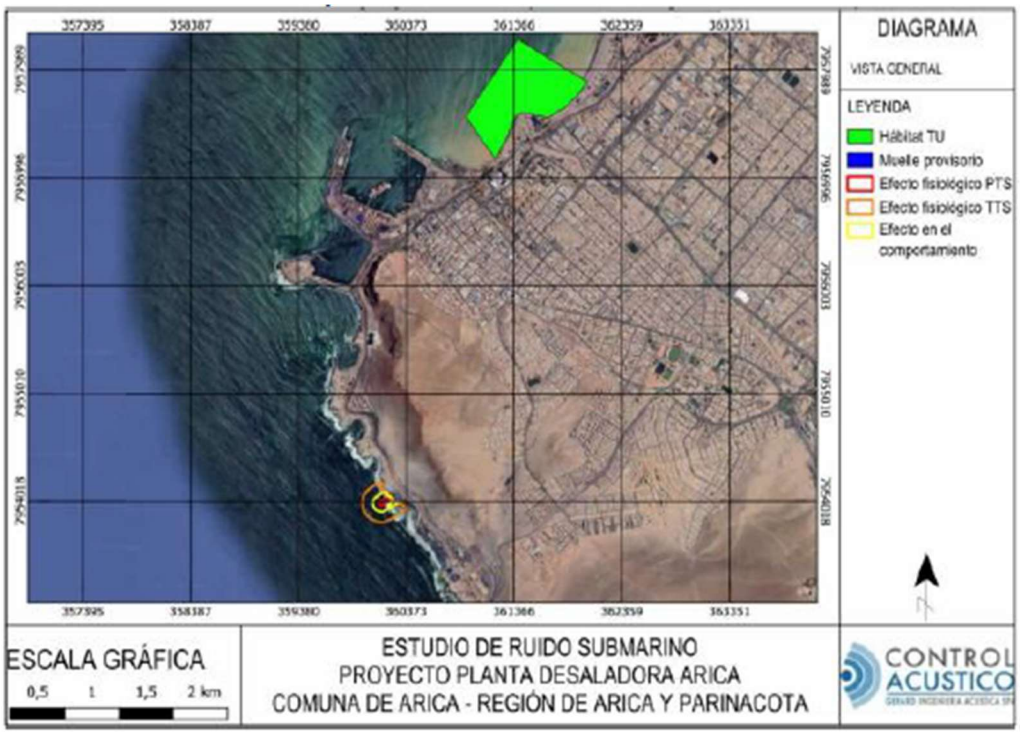
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



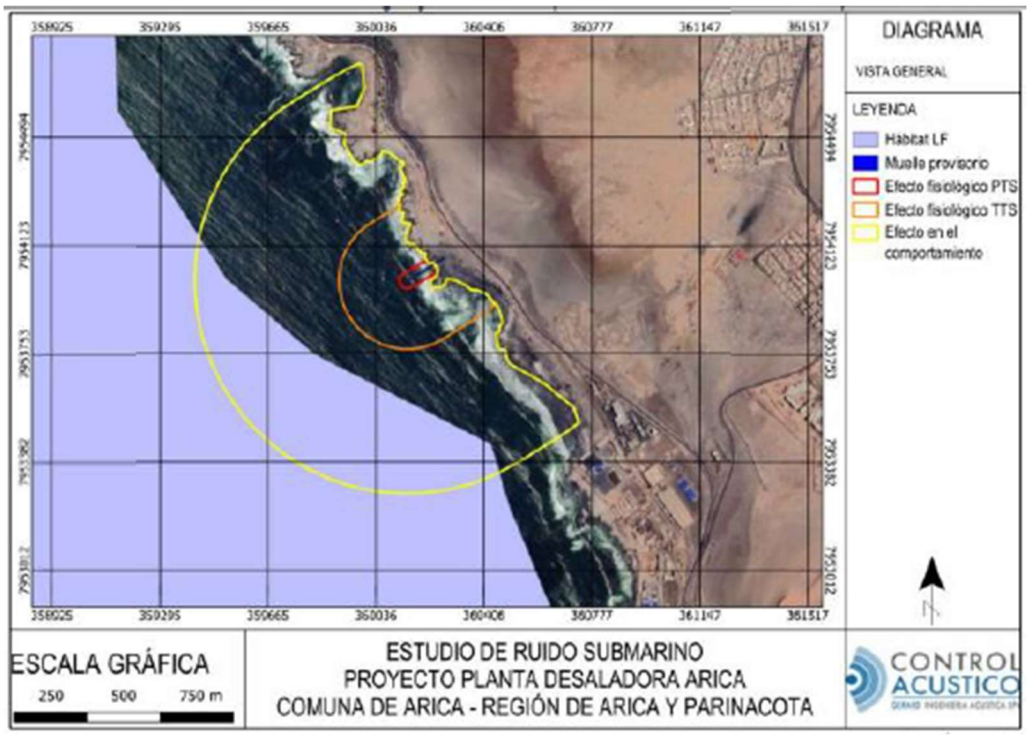
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

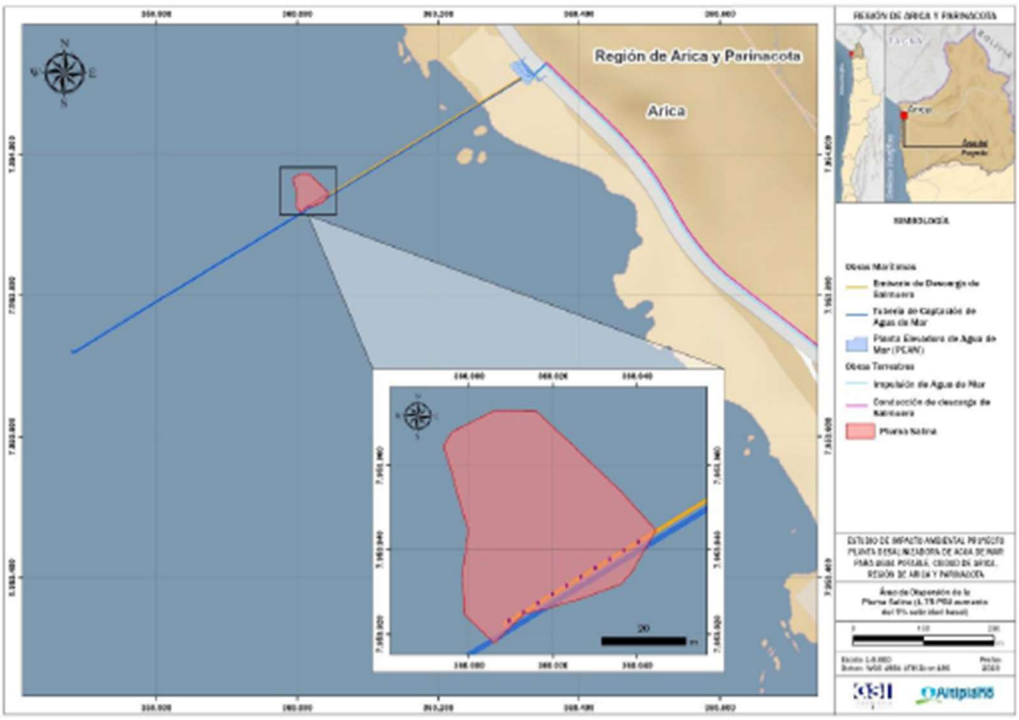
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

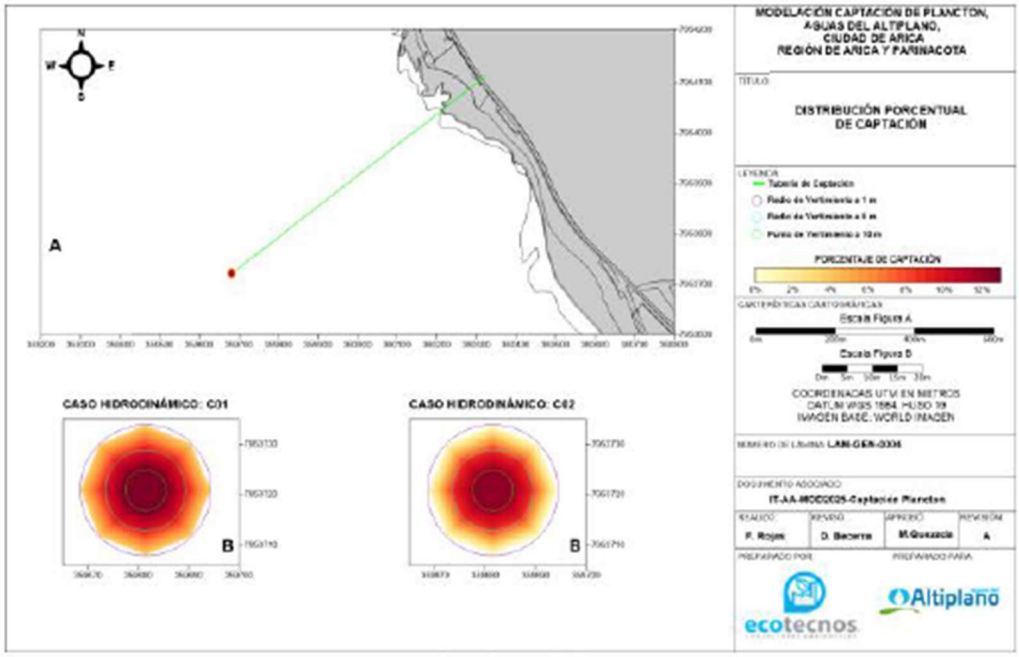
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies

con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 228:

Destrucción fauna marina: Aniquilaría especies como peces, almejas, pulpo, Piure, Choritos, Jaivas, Lapas, etc.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media

Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Presencia destacada**
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

En la fase de construcción del proyecto, la instalación del inmisario de captación y del emisario de descarga contempla la disposición de parte de sus trazados al interior de zanjas excavadas en el fondo marino. Debido a la presencia de material rocoso en el sector costero, la habilitación de estas zanjas requerirá la ejecución de tronaduras controladas. En el caso del inmisario de captación, la tubería presenta una longitud total de 750 m, de los cuales los primeros 320 m corresponden a un tramo enterrado que requiere excavación con tronaduras.

En este sentido, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto "Efecto adverso sobre los mamíferos marinos", tal como se señala en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing, Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts"*, elaborado por la NMFS *(National Marine Fisheries Service*, del NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration)*, en revisión en el documento técnico *"Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects"* de acuerdo a lo señalado en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria, que presenta una actualización del estudio de ruido submarino.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento *"Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017)"*.

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de centímetros en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos en caso de tronaduras es de 73 metros.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales, siendo de 1.051 metros para tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos de 3.094 metros para actividades de tronaduras.

Considerando lo anterior, en el Anexo 2.1.3 de la Adenda Excepcional se presenta un Plan de Manejo de Control Preventivo, que forma parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios. Este considera las

medidas asociadas a la ejecución de tiros falsos previos a las tronaduras submarinas, la implementación de una cortina de burbujas para atenuar la propagación del ruido impulsivo generado durante dichas actividades y la prevención del riesgo de colisión de las embarcaciones utilizadas durante el lanzamiento de las tuberías con mamíferos y reptiles marinos.

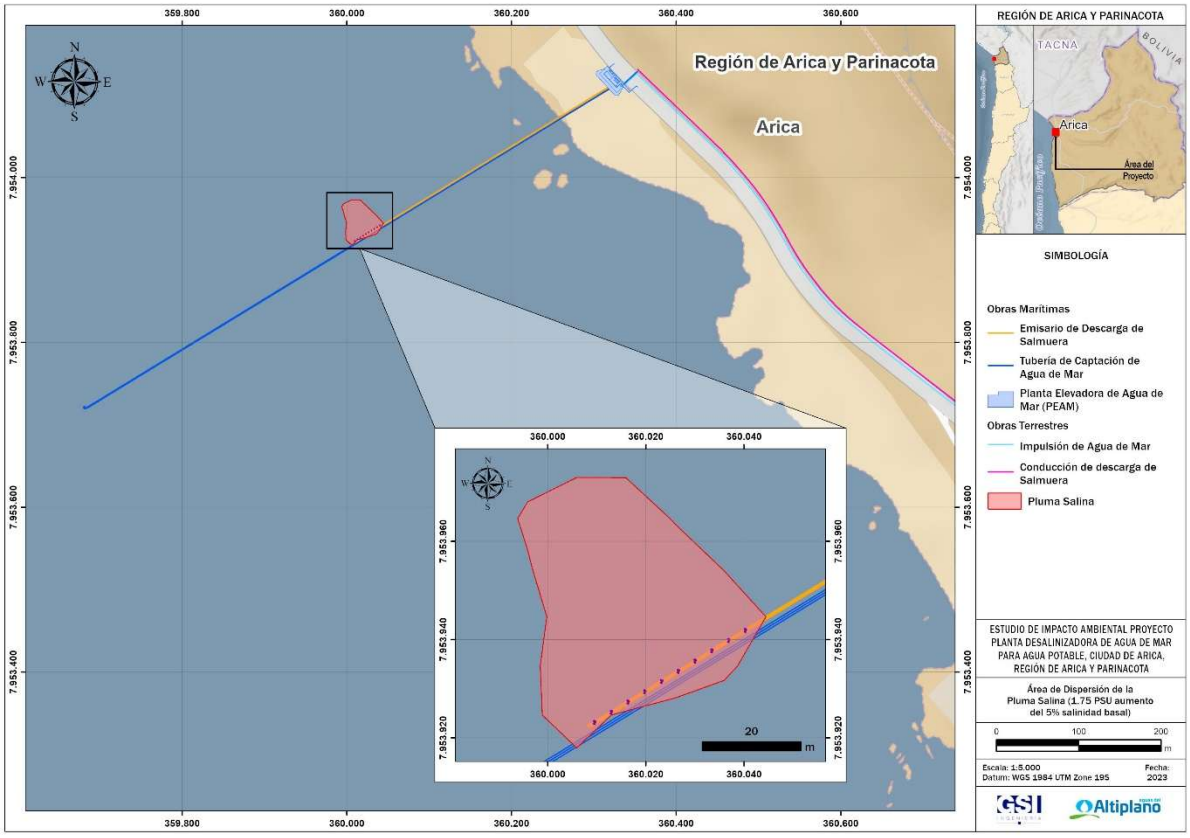
Respecto a la etapa de operación, de acuerdo a lo declarado por el Titular en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, la captación de agua de mar se realiza mediante una torre submarina situada a una profundidad de 24 metros y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). Este sistema utiliza rejillas de alta densidad diseñadas específicamente para evitar el ingreso de organismos marinos, como zooplancton, larvas, peces y medusas. Estas rejillas operan con una velocidad máxima de succión de 0,15 [m/s], según las recomendaciones de la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, lo que minimiza la probabilidad de succionar organismos vivos como almejas, piures, choritos, jaibas y lapas.

En este sentido, en cuanto a la obra de toma, se espera que tenga un efecto menor en las comunidades planctónicas debido a que la captación se realiza a una distancia de solo 1 metro, succionando solo el 12% de la concentración disponible, de acuerdo con lo presentado en el Anexo 6.4 de la Adenda. Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

La captación de agua de mar afectará a los peces adultos, por lo que se realizó un análisis de pérdida de adulto equivalente, actualizado en el Anexo 7.2 de la Adenda, para estimar el detrimento de estos individuos. Según el análisis, la pérdida de adulto equivalente es muy baja, representando un porcentaje marginal (0,000011%) en comparación con el desembarque anual de pesca en la zona de Arica. El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación. Este análisis se desarrolló para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar.

Por otra parte, en relación con el aumento de salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo.

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto “Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar” sea significativo, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que

si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

29. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

30. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

En conclusión, no se determinan impactos significativos en los ecosistemas marinos debido a la construcción y operación del proyecto.

Observación N° 229:

Afectaría la economía familiar: ya que es el sustento de mis ingresos a mi familia, ya que trabajo por más de 20 años en el sector.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la afectación a la economía familiar, se informa que el Proyecto de la planta desaladora no tiene como objetivo eliminar fuentes laborales, sino más bien integrar tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos marinos y garantizar que las actividades económicas, como la pesca y la recolección de mariscos, continúen desarrollándose sin riesgos significativos. El impacto de la planta será temporal y de carácter controlado, y en ningún caso se busca poner en peligro el sustento de las familias que dependen de estas actividades.

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

31. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.
32. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento Descripción de los Monitoreos Participativos de la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.
Las afirmaciones señaladas con anterioridad se fundan, además, en que el aumento de la salinidad en el mar debido a la salmuera generada por el proceso de desalación, si bien contiene concentraciones de sal más altas que el agua de mar convencional, estas concentraciones no son excesivas ni permanentes. La salmuera generada por el proceso de desalación, con una concentración que no supera el 5% de sal, es dispersada de manera controlada a través de sistemas avanzados de difusión, como los difusores de alta eficiencia, que permiten que la salmuera se mezcle rápidamente con el agua circundante, minimizando el impacto ambiental.

Además, los estudios técnicos y los resultados de proyectos similares, como la desaladora de Caldera, demuestran que este proceso no genera acumulación de sal en el fondo marino ni provoca la formación de costras que puedan dañar de manera permanente la vida marina. El monitoreo constante de la salinidad y otros parámetros ambientales es una práctica común en estas instalaciones para asegurar que los niveles de salinidad se mantengan dentro de los límites seguros para la biodiversidad local.

En cuanto a los posibles efectos sobre los hábitats marinos, se destaca que la salmuera es muy similar al agua de mar, y su presencia no tiene efectos perjudiciales significativos sobre la fauna y flora marina.

Es importante resaltar que el proceso de mantenimiento regular del emisario es una práctica estándar que garantiza su buen funcionamiento y minimiza cualquier posible impacto ambiental. En este

proceso, se utilizan químicos específicos para limpiar y desinfectar el sistema, pero estos productos son cuidadosamente seleccionados para que, al final de su uso, se neutralicen y se conviertan en sales, minerales y agua, elementos que ya están naturalmente presentes en el agua de mar. Esto asegura que los productos utilizados no generen un impacto negativo sobre el entorno marino.

Además, los químicos empleados en el mantenimiento del emisario solo se utilizan en situaciones específicas y controladas, como en la limpieza de las rejas de captación. Estas rejas son retiradas para su limpieza fuera del agua, evitando así que los productos químicos entren directamente en contacto con el medio marino. Es relevante también mencionar que todos los químicos utilizados están autorizados por la autoridad marítima, lo que garantiza que su aplicación se realiza de acuerdo con las normativas y regulaciones vigentes, con especial cuidado en proteger la biodiversidad y el equilibrio ecológico del área.

El uso de estos productos químicos, tanto dentro como fuera de la planta desaladora, se realiza bajo estrictas medidas de seguridad y supervisión, asegurando que no afecten la calidad del agua ni los ecosistemas marinos cercanos. Así, el impacto de estos procedimientos se minimiza y se garantiza la sostenibilidad ambiental del proyecto en su conjunto.

87. Observante: Silvana Aguilera Marin

Observación N° 230:

Como trabajadora de orilla y pobladora de la Miramar sur II, necesito información con nombre de los supuestos especialistas encargados de las tronaduras que se usarían para la construcción de la desalinizadora puesto que en sus siente tomos del proyecto presentado, no aparecen los nombres de ninguno de ellos, de preferencia exijo que sean de Arica. Tomando en cuenta la población en la que yo vivo nombrada anteriormente, se encuentran con socavones y hundimiento de las casas lo cual nunca se nos censo como pobladores n menos como trabajadores de orilla, haciéndonos invisibles a dicho proyecto, es por eso que exijo que en un futuro proyecto se nos considere como corresponde y que esta sea hacia el norte evitando todo tipo de daño irreversibles frente a la naturaleza y vida humana, es por eso que declaro este proyecto nefasto e incompleto.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la consulta sobre los especialistas encargados de las tronaduras, se informa que las obras civiles, como las tronaduras, están sujetas a un proceso de licitación. En este proceso, las empresas interesadas presentan sus propuestas, y se lleva a cabo una selección rigurosa basada en los perfiles y capacidades técnicas de los posibles contratistas. Con todo, cuando se realice la licitación, se evaluarán criterios como la experiencia local y la capacidad técnica de los profesionales, dando preferencia a aquellos con experiencia en la región de Arica, tal como usted solicita.

Ahora bien, siempre que se implemente un nuevo proyecto en áreas que interactúan con el medio humano, como es el caso de Playa Arenillas Negras, se realiza una evaluación de los posibles impactos en los receptores cercanos, que son las personas y comunidades que dependen directamente de esos recursos. En este caso, se han tenido en cuenta los usos sociales, económicos y culturales de la playa por parte de las familias de orilleros y recolectores. Es importante destacar que, en este Proyecto, se han realizado estudios no solo sobre el impacto ambiental en los ecosistemas marinos, sino también sobre los posibles efectos en las actividades humanas que se desarrollan en la zona, especialmente aquellas relacionadas con el uso de la playa y los recursos marinos.

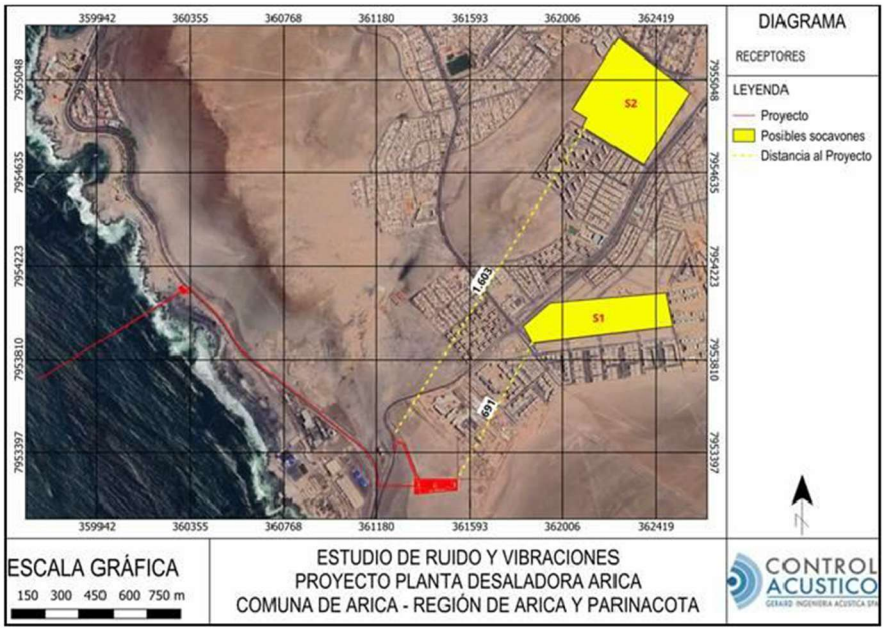
En relación con la preocupación manifestada por la comunidad respecto de una posible afectación a la generación, reactivación o agrandamiento de socavones producto de las obras del Proyecto, el Titular ha informado que el Proyecto comprende algunas actividades constructivas que pueden generar ruido y también vibraciones (ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria). Aunque ambas situaciones pueden percibirse de forma similar por las personas, desde el punto de vista físico no producen el mismo efecto sobre el entorno. En términos simples, el ruido corresponde a una onda que se transmite principalmente por el aire, mientras que las vibraciones se transmiten directamente por el suelo. Por esta razón, si se quiere analizar una eventual relación

entre las obras del Proyecto y la estabilidad del terreno, el análisis debe centrarse en las vibraciones, ya que ese es el único mecanismo físico que, en teoría, podría interactuar con el subsuelo.

Para poder analizar esta inquietud, primero fue necesario identificar de manera referencial los sectores donde la comunidad ha reportado la existencia de socavones o problemas asociados a este fenómeno. Debido a ello, el titular recurrió a antecedentes de carácter público y referencial, principalmente información terciaria disponible en noticias y reportes de acceso público relacionados con eventos cercanos al área de estudio. De acuerdo con información pública disponible de la Municipalidad de Arica y antecedentes difundidos en medios de prensa regional y nacional.

En particular, se consideraron los sectores de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), con su respectivo receptor más cercano Altos del Mar (S1) y la obra del camino de acceso con su respectivo receptor más cercano Lomas de Miramar (S2), donde se han registrado eventos de socavones en años anteriores y recientes, según lo informado en medios de prensa regional y nacional. A continuación, en la siguiente Figura se aprecian dichos puntos y su descripción se detalla en el Cuadro siguiente:

Figura. Ubicación de posibles socavones.



Fuente: Figura 62 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Como esos reportes no indican la ubicación exacta de cada cavidad, se delimitaron áreas aproximadas donde este fenómeno habría ocurrido. Luego, el análisis se hizo considerando el punto de cada una de esas áreas que está más cerca del Proyecto, ya que ese sería el lugar donde podría presentarse el mayor efecto de vibración.

Tabla. Ubicación y descripción de puntos de medición.

Obra	Receptor más cercano	Descripción	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
					Datum WGS 84 Huso 19 K	
					Este	Norte
PTOI	S1	Condominio Altos del Mar ubicado en intersección de calle San Ignacio de Loyola con calle Rafael Sotomayor.	691	Residencial	361.871	7.953.880
Camino de acceso	S2	Condominio Lomas de Miramar ubicado en calle Chiguayante.	1603	Residencial	362.108	7.954.831
	Nota: Coordenadas obtenidas mediante software.					

Tabla 144 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es importante señalar que esta identificación tiene un carácter conservador y preliminar, ya que no corresponde a una localización oficial, georreferenciada o levantada en terreno específicamente para esta observación. En otras palabras, se trabajó con la mejor información disponible para hacerse cargo de la preocupación planteada, aun cuando no se contó con coordenadas exactas ni con un catastro formal de socavones entregado por quienes realizaron la observación.

Una vez definidos estos sectores de referencia, el paso siguiente consistió en evaluar de qué manera, desde un punto de vista físico, las actividades del Proyecto podrían eventualmente relacionarse con un fenómeno de esta naturaleza. En ese marco, el análisis considera que una posible interacción solo podría darse si las vibraciones generadas por las obras llegaran al terreno con una intensidad suficiente como para producir movimientos relevantes en el subsuelo. Para estudiar esa posibilidad, se utilizó como parámetro la velocidad pico de partícula o PPV, que es una medida comúnmente utilizada para evaluar la intensidad de las vibraciones producidas por actividades como tronaduras, golpes de hincado o tránsito de maquinaria pesada.

Dicho de manera sencilla, este indicador permite estimar cuán fuerte "se mueve" el terreno producto de una fuente de vibración y cómo ese movimiento disminuye a medida que aumenta la distancia respecto del lugar donde ocurre la actividad. Por ello, calcular este valor en los sectores donde se ha reportado la presencia de socavones permite contar con una primera aproximación técnica para evaluar si las vibraciones del Proyecto podrían o no tener la capacidad de influir en ese tipo de fenómeno.

Para evaluar las vibraciones del Proyecto, no se usa un solo método para todas las actividades, ya que el tipo de vibración cambia según la fuente que la genera. En otras palabras, no vibra de la misma forma una maquinaria pesada que opera de manera continua, como un rodillo vibratorio, que una tronadura, que genera una vibración puntual y de corta duración, pero de mayor intensidad.

Por esta razón, la evaluación considera una metodología distinta según la actividad analizada:

33. Para maquinaria pesada, se utilizó la metodología del manual norteamericano "*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*" (FTA), descrita en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria apartado "Vibraciones generadas por maquinarias". Este método se aplica a fuentes de vibración continua o repetitiva, como el

tránsito y operación de equipos de construcción. En este caso, la maquinaria seleccionada para la evaluación fue el rodillo vibratorio, por corresponder al equipo que genera la mayor vibración continua dentro de las obras consideradas.

34. Para las tronaduras, se utilizó el método propuesto por la norma australiana AS 2187.2-2006, descrito en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria, apartado "Vibraciones generadas por tronaduras". Este método se emplea específicamente para eventos de vibración impulsiva, como las explosiones, y permite calcular la velocidad pico de partícula (PPV) en función de la carga de explosivo y de la distancia entre la tronadura y el punto evaluado (receptor).

De esta forma, la evaluación se desarrolló usando, para cada caso, el método técnico más adecuado según el tipo de actividad. Así, para las vibraciones continuas se consideró la maquinaria más exigente, que es el rodillo vibratorio, y para las vibraciones de mayor intensidad puntual se consideraron las tronaduras, permitiendo analizar de forma representativa los escenarios más relevantes del Proyecto.

Luego de proyectar las vibraciones, los valores se compararon con un criterio técnico de referencia internacional, utilizado para revisar si una vibración pudiese llegar a producir daños en construcciones. En este caso, se aplicó el criterio más exigente de la guía utilizada, es decir, el más conservador, de manera de evaluar la situación con un margen de seguridad mayor. El valor de referencia considerado fue de 0,12 [in/s], que corresponde a un nivel a partir del cual podrían presentarse daños menores en construcciones livianas o sensibles, como pequeñas grietas superficiales o movimientos leves en algunos elementos no estructurales. Es importante señalar que este valor de referencia no corresponde a un escenario de colapso del terreno ni a la formación de socavones, sino a posibles efectos menores en edificaciones.

Al realizar la proyección para los puntos evaluados, los resultados obtenidos fueron menores a 0,01 [in/s] en ambos casos analizados. Esto significa que las vibraciones estimadas para la maquinaria del Proyecto son muy inferiores al valor de referencia de 0,12 [in/s]. En términos simples, el nivel de vibración proyectado es tan bajo que se encuentra muy por debajo del nivel que, en un escenario más exigente, podría llegar a producir daños menores en construcciones sensibles. Por lo tanto, las vibraciones esperadas por el uso de maquinaria pesada no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla. Proyección de PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada.

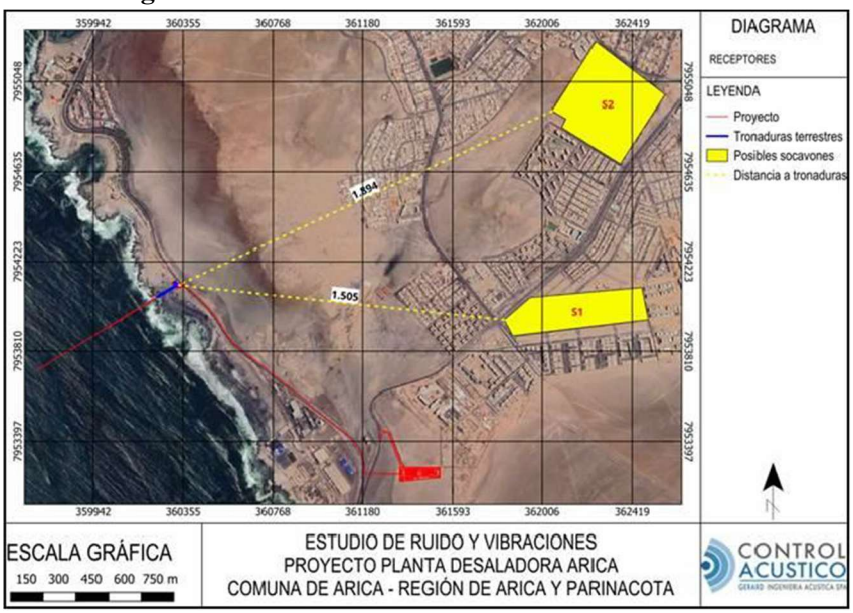
Obra	Receptor más cercano	Maquinaria	Distancia [m]	Distancia* [ft]	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
PTOI	S1	Rodillo vibratorio	691	2.267	< 0,01	0,12	Cumple
PEAM	S2	Rodillo vibratorio	1.603	5.259	< 0,01	0,12	Cumple
	*Valor aproximado al entero más cercano.						

Fuente: Tabla 145 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En ambos casos, los valores cumplen ampliamente con el criterio de referencia utilizado. Por ello, de acuerdo con esta evaluación, las vibraciones generadas por la maquinaria pesada del Proyecto no presentan potencial para producir daños en el terreno, ni para favorecer la formación de nuevos socavones, ni para agravar aquellos que han sido reportados de manera referencial por la comunidad.

Respecto de la consulta acerca de las tronaduras, también se realizó una estimación para conocer cuánta vibración podría llegar a los sectores evaluados. Para ello, los resultados se compararon con un valor de referencia, pensado para construcciones muy sensibles a las vibraciones, como edificaciones antiguas o protegidas. El valor de referencia utilizado fue de 3 [mm/s], que corresponde a un criterio muy conservador, de manera de evaluar el escenario con un alto nivel de resguardo. Para calcular la vibración proyectada por las tronaduras, se utilizó una metodología técnica internacional, que permite estimar cuánta vibración llega a un punto según dos factores principales: la cantidad de explosivo que detona en cada momento, y la distancia entre la tronadura y el lugar evaluado. En términos simples, mientras más lejos se encuentra un punto respecto de la tronadura, menor es la vibración que le llega. Con esta metodología, se analizaron los puntos de evaluación definidos para esta observación. Los resultados muestran lo siguiente:

Figura. Distancia de socavones a tronaduras terrestres.



Fuente: Figura 63 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es decir, la vibración estimada por las tronaduras del Proyecto es entre 30 y 40 veces menor que el valor de referencia utilizado para una condición muy sensible. Por lo tanto, de acuerdo con esta evaluación, las tronaduras previstas no presentan potencial para afectar la estabilidad del terreno, ni para producir daños en estructuras, ni para contribuir a la formación o agrandamiento de socavones en los puntos analizados. En base a la evaluación realizada, se concluye que las vibraciones proyectadas por el Proyecto, tanto las asociadas al uso de maquinaria como las

generadas por tronaduras, son bajas y no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno en los sectores analizados.

En el caso de la maquinaria pesada, los valores estimados fueron menores a 0,01 [in/s], lo que equivale aproximadamente a 0,25 [mm/s]. En el caso de las tronaduras, los valores proyectados fueron de 0,10 [mm/s] y 0,07 [mm/s] en los puntos evaluados. Todos estos resultados se encuentran muy por debajo de los valores de referencia internacionales que se utilizan para revisar posibles efectos sobre estructuras o sobre el suelo. En otras palabras, las vibraciones estimadas para el Proyecto son muy inferiores a los niveles que podrían generar algún tipo de daño.

También es importante considerar que los sectores analizados, correspondientes a Altos del Mar y Lomas de Miramar, se encuentran a una distancia considerable de las obras del Proyecto. Esto significa que, a medida que la vibración se aleja de su fuente, va perdiendo fuerza de manera natural, por lo que llega mucho más débil a esos lugares.

Junto con lo anterior, es importante explicar que la existencia de socavones no depende solo de que haya vibraciones en una zona. Este tipo de fenómeno normalmente se relaciona con condiciones propias del terreno y del subsuelo, así como con la presencia y circulación de agua bajo la superficie. Por ejemplo, puede asociarse a filtraciones, erosión interna del suelo, cavidades subterráneas, arrastre de material fino o problemas de drenaje que ya existen previamente en un sector. Por eso, no basta con que una persona perciba ruido o una vibración menor para concluir que se producirá un socavón.

Asimismo, con la información revisada en la línea de base y en las fuentes públicas consultadas, los socavones reportados en la comuna de Arica corresponden a situaciones puntuales que se relacionan con características preexistentes del terreno y del drenaje subterráneo, y no con actividades similares a las consideradas en este Proyecto.

Por lo tanto, el análisis realizado no parte de la idea de que el Proyecto vaya a generar socavones, sino que responde de manera preventiva a la inquietud planteada por la comunidad, revisando si existe una posibilidad física real de que las vibraciones de las obras puedan influir en este fenómeno. A partir de esa revisión, y considerando los valores obtenidos, la distancia a los sectores evaluados y la naturaleza de los socavones reportados, se descarta que las actividades del Proyecto puedan generar, agravar o contribuir a la aparición de nuevos socavones en los sectores identificados como sensibles.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica. Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de

Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero.

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

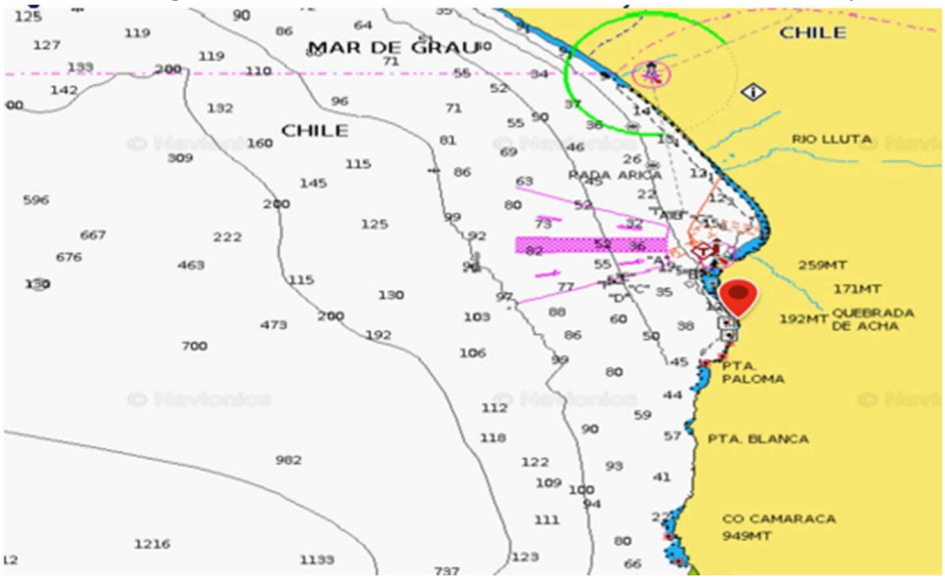
En cuanto a la caracterización realizada respecto del uso actual del área, de acuerdo con la información recopilada por el Titular y presentada durante la evaluación ambiental del Estudio, este sector es utilizado como zona de acceso al mar y área de trabajo, donde se desarrollan distintas actividades relacionadas con la extracción de recursos marinos. Las actividades se realizan tanto desde la orilla como desde embarcaciones menores, dependiendo del tipo de recurso que se busca y de las condiciones del mar. Entre las principales actividades que se desarrollan en el litoral cercano a Arenillas Negras se encuentran la pesca artesanal, generalmente desde embarcaciones menores; buceo mariscador, mediante el cual se extraen recursos desde el fondo marino y recolección de orilla, que consiste en la extracción manual de recursos en la zona intermareal. Las actividades no se concentran en un solo punto, sino que se desarrollan a lo largo del litoral y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones del mar.

En relación con las profundidades en que se desarrollan estas actividades, se puede distinguir lo siguiente:

5. Entre el veril 1 y 30 metros de profundidad: En este rango se concentran principalmente las actividades de buzos mariscadores y recolectores de orilla, ya que corresponde a zonas más cercanas a la costa donde habitualmente se encuentran los recursos que recolectan.
6. Entre el veril 30 y 50 metros de profundidad: En este rango, de mayor profundidad, las actividades son realizadas principalmente por pescadores artesanales, quienes operan en un área más amplia del mar y acceden a recursos que se encuentran en estos sectores.

Estos rangos de profundidad no son exclusivos del sector del Proyecto, sino que se extienden a lo largo de todo el litoral de Arica, formando parte de la configuración natural de la costa, lo que se puede observar en la siguiente figura elaborada a partir de información oficial, donde se muestra la continuidad de estos veriles en el borde costero:

Figura. Profundidades del mar en costas cercanas al Proyecto.



Fuente: Gisoc, Con Base En Software Navionics. El Sector Donde Se Ubica El Proyecto Se Indica En Color Rojo. Los Metros De Profundidad Se Indican En Números Asociados A Las Líneas Batimétricas.

Como se puede ver, el área donde se emplaza el Proyecto corresponde a una parte del litoral donde estas actividades se desarrollan de manera habitual, al igual que en otros sectores de la costa.

Durante la fase de construcción del Proyecto se desarrollarán diversas obras en el borde costero y en el sector marino frente a Playa Arenillas Negras. Estas actividades implican una interacción con las labores que habitualmente realizan pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, principalmente debido a la ocupación temporal de un sector específico del mar y a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la ejecución de las obras. La interacción se produce porque, mientras se ejecutan los trabajos, será necesario establecer áreas de resguardo en torno a las faenas marítimas. Estas áreas corresponden a zonas acotadas en las que, por motivos de seguridad, se restringe temporalmente el tránsito de embarcaciones y el acceso de personas. Su implementación responde a prácticas habituales en este tipo de proyectos y tiene por finalidad evitar accidentes durante el desarrollo de actividades constructivas.

Adicionalmente, el Proyecto contempla la ejecución de tronaduras controladas, las cuales constituyen actividades puntuales y de corta duración. Durante su realización, las zonas de seguridad pueden ampliarse momentáneamente, con el objetivo de proteger tanto a trabajadores como a terceros que pudieran encontrarse en las cercanías. No obstante, una vez finalizada cada tronadura, estas restricciones se levantan y el área vuelve a quedar disponible para su uso habitual. Las actividades de pesca, buceo y recolección no se desarrollan de manera fija en un único punto del litoral, sino que se

distribuyen a lo largo de la costa y abarcan distintos rangos de profundidad, dependiendo del tipo de recurso que se busca extraer y de las condiciones del mar. En este sentido, el área específica donde se ejecutarán las obras corresponde solo a una fracción del espacio total utilizado por los pescadores y recolectores.

De esta forma, durante la fase de construcción, la interacción entre el proyecto y las actividades pesqueras y recolectoras se caracteriza principalmente por la existencia de restricciones temporales y localizadas en el acceso a un sector acotado del mar, manteniéndose disponible el resto del litoral para el desarrollo de estas actividades.

Una vez finalizadas las obras de construcción, cesan las actividades en el mar asociadas a la ejecución del Proyecto, por lo que desaparecen las zonas de resguardo y no se requieren nuevas restricciones de acceso. En consecuencia, el borde costero y el espacio marino vuelven a estar completamente disponibles para el desarrollo de las actividades habituales de pesca, buceo y recolección. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En la fase de operación, la principal interacción del proyecto con el medio marino corresponde a la descarga de salmuera, que es el flujo de agua de mar con una mayor concentración de sales generado por el proceso de desalinización. Al respecto, es importante precisar que la salmuera generada por el proyecto presenta una salinidad que es aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar del sector. Considerando que la salinidad natural es del orden de 34,9 g/L, esto implica que la salmuera alcanza valores cercanos a 36,6 g/L, lo que representa un incremento acotado respecto de las condiciones de base del medio marino.

Con el objetivo de evaluar si esta diferencia puede generar efectos en los organismos marinos, se realizaron estudios de toxicidad con especies representativas. Los resultados indican que no se observan efectos en condiciones naturales del mar, y que los efectos de mayor relevancia en los organismos se presentan recién a salinidades del orden de 44 g/L, es decir, a concentraciones significativamente superiores a las que genera la salmuera del proyecto.

Al comparar estos valores con la salinidad de la salmuera, se observa que esta se encuentra muy por debajo de los niveles en los que se producen efectos en los organismos, lo que permite descartar la ocurrencia de efectos tóxicos asociados al incremento de salinidad. Adicionalmente, en condiciones reales de operación, la salmuera descargada no permanece concentrada, ya que al ingresar al mar se mezcla rápidamente con el agua circundante. Este proceso de dilución ocurre en un área cercana al punto de descarga, reduciendo aún más la salinidad en cortas distancias y evitando que se mantengan concentraciones elevadas en el tiempo o en sectores más amplios.

En este sentido, las condiciones necesarias para generar efectos en organismos marinos no se alcanzan en el área de influencia del proyecto, ni espacial ni temporalmente. Por lo tanto, la descarga de

salmuera no genera una alteración relevante en la calidad del agua ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos.

En consecuencia, durante la fase de operación no existen restricciones de acceso al mar, las actividades de pesca, buceo y recolección pueden desarrollarse con normalidad, y las condiciones del medio marino se mantienen comparables a las existentes previamente.

A partir del análisis presentado, es posible evaluar si el proyecto genera efectos sobre las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla que se desarrollan en el sector de Arenillas Negras:

5. En primer lugar, durante la fase de construcción, las principales interacciones identificadas corresponden a restricciones temporales de acceso al mar en el área donde se ejecutarán las obras. Estas restricciones se deben a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la realización de actividades como trabajos marítimos y tronaduras controladas. No obstante, dichas restricciones presentan características acotadas, tanto en el tiempo como en el espacio. En efecto, se aplican únicamente durante el período en que se desarrollan las obras y se limitan al área directa de trabajo, la cual corresponde a una porción reducida del litoral. Considerando que las actividades de pesca, buceo y recolección se desarrollan a lo largo de toda la costa y no se concentran en un único punto, estas restricciones no impiden la continuidad de dichas actividades en otros sectores cercanos. Asimismo, una vez finalizadas las obras, cesan completamente estas restricciones, permitiendo que el área intervenida vuelva a estar disponible para su uso habitual.
6. Durante la fase de operación del proyecto, no se generan restricciones de acceso al mar, por lo que las actividades pueden desarrollarse con normalidad. En esta fase, la única interacción relevante corresponde a la descarga de salmuera, la que presenta un aumento acotado de salinidad respecto de las condiciones naturales del mar (del orden de un 5%), alcanzando valores cercanos a 36,6 g/L. Estos niveles se encuentran muy por debajo de las concentraciones en las que se generan efectos en organismos marinos, los cuales se presentan recién a valores cercanos a 44 g/L. Adicionalmente, la descarga de salmuera se diluye rápidamente en el medio marino, reduciendo su concentración en un área cercana al punto de descarga y evitando que se mantengan niveles elevados en el tiempo o en sectores más amplios.

Por lo anterior, no se prevé una alteración en la calidad del agua, ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos, que sustentan las actividades de pesca y recolección, tanto en la fase de construcción, como de operación. En síntesis, el Proyecto:

- No genera una pérdida permanente del acceso al mar;
- No implica la desaparición ni disminución significativa de los recursos hidrobiológicos; y
- No altera las condiciones que permiten el desarrollo de las actividades tradicionales del borde costero.

En consecuencia, se concluye que el proyecto no produce efectos significativos sobre los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos vinculados a la pesca artesanal y recolección de orilla, ya

que las interacciones identificadas son de carácter temporal, acotadas espacialmente y no afectan de manera permanente el uso del territorio ni los recursos asociados.

Por último, el Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda) que se implementará tiene como fin garantizar que la comunidad tenga un rol activo en la supervisión del Proyecto, al incluir talleres informativos, recorridos para los residentes y un canal de comunicación constante, lo que asegura la transparencia y la inclusión de la comunidad en el proceso.

88. Observante: Eduardo Henry Garnica Hernandez

Observación N° 231:

No estoy de acuerdo con la planta desalinizadora de agua de mar para agua potable porque será de gran contaminación por lo que se ha visto en otros sectores en las costas de Chile donde están instalando las plantas. He visto la gran cantidad de mortandad de suelo marino que a matado el ecosistema marino en todo el sector, pasaría lo mismo en nuestra playa Arenillas Negras, La Lisera Playa Brava, Isla Alacrán, Afectaría nuestra actividad de buzo artesanal y pescador artesanal, afectaría nuestra situación económica de sustento de nuestra familia, afectaría gravemente el turismo dado ya la contaminación pesquera de la planta Omega 3 para seguir con esta planta que se quiera instalar en nuestras costas ariqueñas. Esperando que no se instale por el bienestar de salud y económico y turismo de toda la gente de mar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada, es necesario informar que para que este Proyecto se implemente es relevante que haya proximidad al borde costero, debido a que es necesaria la captación de agua de mar a una distancia razonablemente reducida entre la planta y los puntos de demanda de agua potable, debido a que esto reduce el consumo energético en el bombeo de agua y finalmente, hacen viable el proyecto. Adicionalmente, y con el fin de disminuir riesgos y facilitar la reposición en casos de emergencia climática como tsunamis, la planta de osmosis no puede estar en el área de inundación, según el SHOA (Ver Capítulo 1. Descripción de Proyecto, 1.3.5. Justificación de su localización).

Ahora bien, respecto a la tubería del emisario submarino, que tendrá la función de transportar la salmuera de rechazo desde la PTOI hasta el punto de descarga en el mar, ésta tendría una distancia de 367 metros y su punto de descarga ha sido diseñado considerando estar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La ZPL está fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, con el rigor de procedimientos y requerimientos necesarios para su determinación para aquellos proyectos que consideran descargar residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos, mediante emisarios submarinos, por lo que estos criterios son válidos para este proyecto (Ver Circular de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Ordinario N° a-53/004).

Adicionalmente y con el fin de manejar la descarga de salmuera de rechazo, se incorporaron una serie de 8 difusores que tienen el objetivo de generar una rápida y efectiva dispersión y dilución de la concentración salina. Esta tecnología se ubica espaciada a intervalos de 4 metros entre sí, en los últimos 40 metros del emisario. Asimismo, el diseño del Proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde viven y se adaptan

especies (Ver Capítulo 3. Línea de Base, 3.3.7. Ecosistemas Marinos, Capítulo 4. Predicción y Evaluación de Impactos, 4.3.1.3. Ecosistemas Marinos).

Tal como se consulta, efectivamente la descarga del Proyecto se produce en un sector acotado de agua con mayor concentración de sales minerales, sin embargo, durante el proceso se incorporan tecnologías que son las encargadas de una rápida dispersión para que posteriormente, exista dilución de esta concentración salina. Adicionalmente, el diseño del proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde incluso viven y se adaptan especies.

De manera de responder y complementar todos los temas consultados, se informa que acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

35. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
36. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.

37. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
38. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al

sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media

Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada

Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo "*es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)

Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

39. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
40. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
41. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual

continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

42. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
43. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

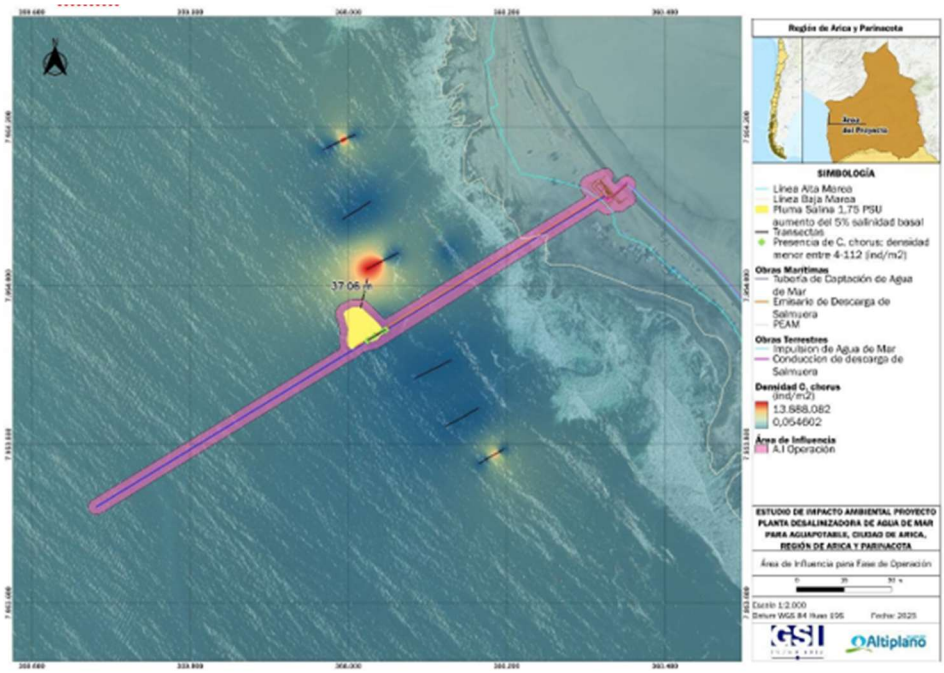
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con

la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el

banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    40. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    41. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    42. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    55. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    56. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    57. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

13. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.
14. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

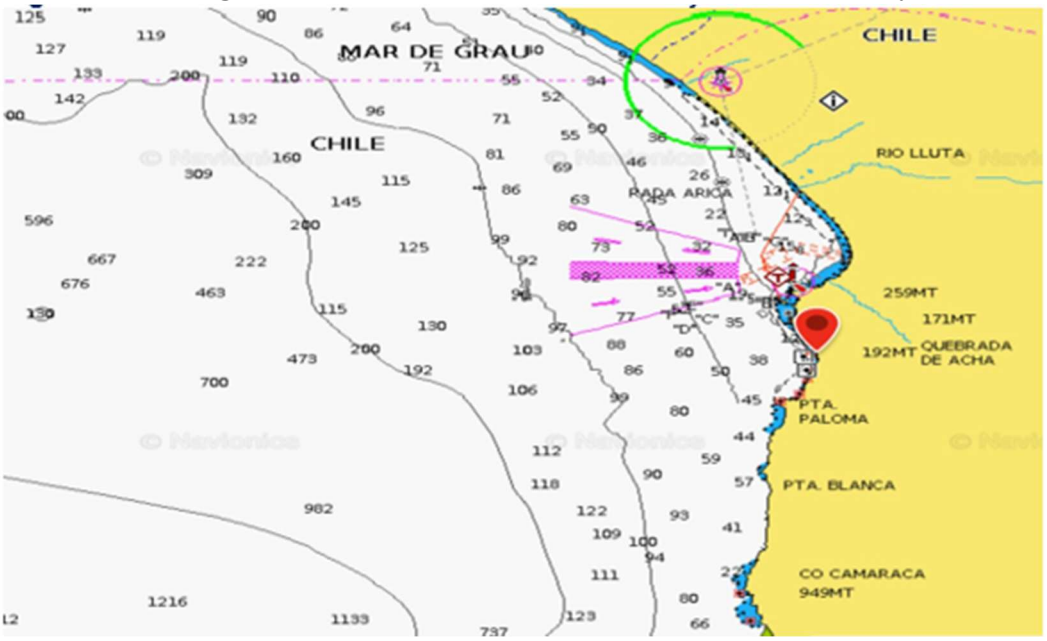
Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

En cuanto a la caracterización realizada respecto del uso actual del área, de acuerdo con la información recopilada por el Titular y presentada durante la evaluación ambiental del Estudio, este sector es utilizado como zona de acceso al mar y área de trabajo, donde se desarrollan distintas actividades relacionadas con la extracción de recursos marinos. Las actividades se realizan tanto desde la orilla como desde embarcaciones menores, dependiendo del tipo de recurso que se busca y de las condiciones del mar. Entre las principales actividades que se desarrollan en el litoral cercano a Arenillas Negras se encuentran la pesca artesanal, generalmente desde embarcaciones menores; buceo mariscador, mediante el cual se extraen recursos desde el fondo marino y recolección de orilla, que consiste en la extracción manual de recursos en la zona intermareal. Las actividades no se concentran en un solo punto, sino que se desarrollan a lo largo del litoral y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones del mar.
En relación con las profundidades en que se desarrollan estas actividades, se puede distinguir lo siguiente:

7. Entre el veril 1 y 30 metros de profundidad: En este rango se concentran principalmente las actividades de buzos mariscadores y recolectores de orilla, ya que corresponde a zonas más cercanas a la costa donde habitualmente se encuentran los recursos que recolectan.
8. Entre el veril 30 y 50 metros de profundidad: En este rango, de mayor profundidad, las actividades son realizadas principalmente por pescadores artesanales, quienes operan en un área más amplia del mar y acceden a recursos que se encuentran en estos sectores.

Estos rangos de profundidad no son exclusivos del sector del Proyecto, sino que se extienden a lo largo de todo el litoral de Arica, formando parte de la configuración natural de la costa, lo que se puede observar en la siguiente figura elaborada a partir de información oficial, donde se muestra la continuidad de estos veriles en el borde costero:

Figura. Profundidades del mar en costas cercanas al Proyecto.



Fuente: Gisoc, Con Base En Software Navionics. El Sector Donde Se Ubica El Proyecto Se Indica En Color Rojo. Los Metros De Profundidad Se Indican En Números Asociados A Las Líneas Batimétricas.

Como se puede ver, el área donde se emplaza el Proyecto corresponde a una parte del litoral donde estas actividades se desarrollan de manera habitual, al igual que en otros sectores de la costa.

Durante la fase de construcción del Proyecto se desarrollarán diversas obras en el borde costero y en el sector marino frente a Playa Arenillas Negras. Estas actividades implican una interacción con las labores que habitualmente realizan pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, principalmente debido a la ocupación temporal de un sector específico del mar y a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la ejecución de las obras. La interacción se produce porque, mientras se ejecutan los trabajos, será necesario establecer áreas de resguardo en torno a las faenas marítimas. Estas áreas corresponden a zonas acotadas en las que, por motivos de seguridad, se restringe temporalmente el tránsito de embarcaciones y el acceso de personas. Su implementación responde a prácticas habituales en este tipo de proyectos y tiene por finalidad evitar accidentes durante el desarrollo de actividades constructivas.

Adicionalmente, el Proyecto contempla la ejecución de tronaduras controladas, las cuales constituyen actividades puntuales y de corta duración. Durante su realización, las zonas de seguridad pueden ampliarse momentáneamente, con el objetivo de proteger tanto a trabajadores como a terceros que pudieran encontrarse en las cercanías. No obstante, una vez finalizada cada tronadura, estas restricciones se levantan y el área vuelve a quedar disponible para su uso habitual. Las actividades de pesca, buceo y recolección no se desarrollan de manera fija en un único punto del litoral, sino que se distribuyen a lo largo de la costa y abarcan distintos rangos de profundidad, dependiendo del tipo de recurso que se busca extraer y de las condiciones del mar. En este sentido, el área específica donde se ejecutarán las obras corresponde solo a una fracción del espacio total utilizado por los pescadores y recolectores.

De esta forma, durante la fase de construcción, la interacción entre el proyecto y las actividades pesqueras y recolectoras se caracteriza principalmente por la existencia de restricciones temporales y localizadas en el acceso a un sector acotado del mar, manteniéndose disponible el resto del litoral para el desarrollo de estas actividades.

Una vez finalizadas las obras de construcción, cesan las actividades en el mar asociadas a la ejecución del Proyecto, por lo que desaparecen las zonas de resguardo y no se requieren nuevas restricciones de acceso. En consecuencia, el borde costero y el espacio marino vuelven a estar completamente disponibles para el desarrollo de las actividades habituales de pesca, buceo y recolección.

En la fase de operación, la principal interacción del proyecto con el medio marino corresponde a la descarga de salmuera, que es el flujo de agua de mar con una mayor concentración de sales generado por el proceso de desalinización. Al respecto, es importante precisar que la salmuera generada por el proyecto presenta una salinidad que es aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar del sector. Considerando que la salinidad natural es del orden de 34,9 g/L, esto implica

que la salmuera alcanza valores cercanos a 36,6 g/L, lo que representa un incremento acotado respecto de las condiciones de base del medio marino.

Con el objetivo de evaluar si esta diferencia puede generar efectos en los organismos marinos, se realizaron estudios de toxicidad con especies representativas. Los resultados indican que no se observan efectos en condiciones naturales del mar, y que los efectos de mayor relevancia en los organismos se presentan recién a salinidades del orden de 44 g/L, es decir, a concentraciones significativamente superiores a las que genera la salmuera del proyecto.

Al comparar estos valores con la salinidad de la salmuera, se observa que esta se encuentra muy por debajo de los niveles en los que se producen efectos en los organismos, lo que permite descartar la ocurrencia de efectos tóxicos asociados al incremento de salinidad. Adicionalmente, en condiciones reales de operación, la salmuera descargada no permanece concentrada, ya que al ingresar al mar se mezcla rápidamente con el agua circundante. Este proceso de dilución ocurre en un área cercana al punto de descarga, reduciendo aún más la salinidad en cortas distancias y evitando que se mantengan concentraciones elevadas en el tiempo o en sectores más amplios.

En este sentido, las condiciones necesarias para generar efectos en organismos marinos no se alcanzan en el área de influencia del proyecto, ni espacial ni temporalmente. Por lo tanto, la descarga de salmuera no genera una alteración relevante en la calidad del agua ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos.

En consecuencia, durante la fase de operación no existen restricciones de acceso al mar, las actividades de pesca, buceo y recolección pueden desarrollarse con normalidad, y las condiciones del medio marino se mantienen comparables a las existentes previamente.

A partir del análisis presentado, es posible evaluar si el proyecto genera efectos sobre las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla que se desarrollan en el sector de Arenillas Negras:

7. En primer lugar, durante la fase de construcción, las principales interacciones identificadas corresponden a restricciones temporales de acceso al mar en el área donde se ejecutarán las obras. Estas restricciones se deben a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la realización de actividades como trabajos marítimos y tronaduras controladas. No obstante, dichas restricciones presentan características acotadas, tanto en el tiempo como en el espacio. En efecto, se aplican únicamente durante el período en que se desarrollan las obras y se limitan al área directa de trabajo, la cual corresponde a una porción reducida del litoral. Considerando que las actividades de pesca, buceo y recolección se desarrollan a lo largo de toda la costa y no se concentran en un único punto, estas restricciones no impiden la continuidad de dichas actividades en otros sectores cercanos. Asimismo, una vez finalizadas las obras, cesan completamente estas restricciones, permitiendo que el área intervenida vuelva a estar disponible para su uso habitual.
8. Durante la fase de operación del proyecto, no se generan restricciones de acceso al mar, por lo que las actividades pueden desarrollarse con normalidad. En esta fase, la única interacción

relevante corresponde a la descarga de salmuera, la que presenta un aumento acotado de salinidad respecto de las condiciones naturales del mar (del orden de un 5%), alcanzando valores cercanos a 36,6 g/L. Estos niveles se encuentran muy por debajo de las concentraciones en las que se generan efectos en organismos marinos, los cuales se presentan recién a valores cercanos a 44 g/L. Adicionalmente, la descarga de salmuera se diluye rápidamente en el medio marino, reduciendo su concentración en un área cercana al punto de descarga y evitando que se mantengan niveles elevados en el tiempo o en sectores más amplios.

Por lo anterior, no se prevé una alteración en la calidad del agua, ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos, que sustentan las actividades de pesca y recolección, tanto en la fase de construcción, como de operación. En síntesis, el Proyecto:

- No genera una pérdida permanente del acceso al mar;
- No implica la desaparición ni disminución significativa de los recursos hidrobiológicos; y
- No altera las condiciones que permiten el desarrollo de las actividades tradicionales del borde costero.

En consecuencia, se concluye que el proyecto no produce efectos significativos sobre los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos vinculados a la pesca artesanal y recolección de orilla, ya que las interacciones identificadas son de carácter temporal, acotadas espacialmente y no afectan de manera permanente el uso del territorio ni los recursos asociados.

Por último, el Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda) que se implementará tiene como fin garantizar que la comunidad tenga un rol activo en la supervisión del Proyecto, al incluir talleres informativos, recorridos para los residentes y un canal de comunicación constante, lo que asegura la transparencia y la inclusión de la comunidad en el proceso.

89. Observante: Roberto Torres Tordoya

Observación N° 232:

Antecedentes generales: El proyecto denominado "Proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota", declara que su producto principal es agua desalada, y no agua potable, como se suscribe en el convenio de colaboración que dio origen a este proyecto entre el Gobierno regional de Arica y Parinacota y la empresa hoy titular, Aguas del Altiplano, esto "para garantizar la continuidad y calidad del suministro de agua potable en el mediano y largo plazo" en la región, por otro lado, este convenio, describe las obras que deben considerarse para la ejecución de este proyecto, entre ellas, "todas las necesarias para su conexión con las redes de agua potable de Arica". Cabe aclarar que este convenio se sustenta en la ley de Presupuesto del sector público 2023, que dispone en la Glosa 06, el financiamiento a iniciativas de inversión de interés social en materias de agua potable y alcantarillado, que no es el caso del proyecto ingresado, ya que como se consignó anteriormente, no produce agua potable, sino agua desalada. Estamos conscientes de que no es materia de la evaluación ambiental el convenio que originó el proyecto, pero entrega un contexto, ya que existen muchas dudas, en cuanto a su validez, y al objetivo y propósito final del proyecto, al no cumplir partes esenciales de este, "que dependerá de decisiones técnicas y económicas del titular", se vislumbra una posible intención del titular de fraccionar el proyecto para que los impactos de estas obras obviadas no sean evaluados ambientalmente en esta etapa, considerando a estas y otras, como "obras futuras".

Emplazamiento: El proyecto contempla dos emplazamientos principales, uno en la zona intermareal de playa de mar y el otro en el sector del "Alto" aledaño a la avenida Ignacio de Loyola. El primer emplazamiento se encuentra en una zona con un alto valor cultural, una de las zonas arqueológicas más importantes en el Sur de Arica, "Quiani", donde se concentran una serie de hallazgos en materia de los primeros pueblos que poblaron nuestra costa, con una data desde 9.000 años AP, que a pesar de que en el sitio preciso de construcción los hallazgos se encuentran en contextos de disturbación, estos son considerados, declarados y protegidos como monumentos nacionales por el solo ministerio de la ley. Lo que llama la atención es que no se proponen monitoreos constantes en materia arqueológica, pero si en materia paleontológica, sobre todo en un contexto que propone intervenciones con tronaduras, y la construcción de fosos y remoción de material a gran escala.

Por otro lado, se minimiza el impacto social y económico de pescadores y buzos de orilla reunidos en alrededor de 30 sindicatos, que han hecho su sustento de vida en este sector durante muchos años, parte de nuestro patrimonio cultural y gastronómico, gran parte de las especies que llegan diariamente a las mesas de los ariqueños son extraídas en ese lugar. Tampoco considera a otros grupos humanos, que son y serán parte de la vida de ese sector, solo se evalúa la situación existente a pesar de que existen proyectos en curso en distintas etapas de desarrollo en la zona, como la "Caleta de pescadores Quiane", y el nuevo paseo "Arenillas Negras", ampliamente conocidos por la ciudadanía y autoridades.

La realización de deportes náuticos como el bodyboard, que ha sacado campeones a nivel mundial para nuestra ciudad, tampoco es abordada en el impacto sobre el medio humano.

El otro emplazamiento en el sector "El Alto", presenta características de suelos de arenas y gravas limosas salinas, suelos que son solubles al agua, y que han presentado un grave problema de socavones en distintas poblaciones construidas en el sector, como el ocurrido en el año 2014, donde en la población Tucapel cerca de 31 casas fueron afectadas por estos socavones, debido a filtraciones ocurridas en el sector, el año 2017 se actualizó la norma para la construcción sobre suelos salinos, pero una infraestructura industrial de estas dimensiones y los niveles de manejo de volúmenes de agua en esta, presentan un serio riesgo para las poblaciones e infraestructura pública en la zona de influencia. Por otro lado, en el Plan regulador vigente, del año 2009, el emplazamiento de la planta se encuentra entre las zonas ZP5 zona de protección de rodados y/o remoción en masa, y ZER zona de equipamiento recreativo, por lo que no estaría permitida la construcción de este tipo de infraestructura, sin una modificación a este. En la nueva propuesta de Plan Regulador, que hoy se encuentra en proceso de aprobación esa zona se encuentra en una zona de resguardo de laderas ZE-LAD, y denominada, área de riesgo por ser una zona propensa a deslizamientos ARN-AR,

Línea de base: En cuanto a esto, existen muchas diferencias en la interpretación, y alcances de la línea de base, esto por la falta de datos estandarizados y validados a nivel regional sobre la caracterización de los ecosistemas marinos y terrestres de nuestra región. En ese sentido, falta información de especies, como la Golondrina de Mar, o las colonias de murciélagos existentes en la zona de influencia del proyecto, para la determinación de esta (zona de influencia), y el impacto que podría generar en estas el ruido, tanto terrestre como submarino, o la luminosidad a la que se verán expuestas, muchas de ellas en categoría de conservación, vulnerabilidad y/o peligro. En contrario se incluye especies que no mantienen presencia en esta zona de influencia, como pumas, chinchillas, o algunos tipos de reptiles. En ese sentido tampoco se evidencian planes de mitigación, reparación y compensación, en el caso de especies no consideradas.

La falta de modelaciones de corrientes y mareas a nivel regional, en diversas estaciones del año, incluso en escenarios climatológicos de Niño o Niña, que son esenciales para proyectar distintas iniciativas de infraestructura, y el impacto de estas en todo el borde costero, y no solo validar modelaciones focalizadas que no muestran el panorama completo.

Impactos: uno de los aspectos más relevantes, es que el proyecto no garantiza la conservación de la biodiversidad en el sector de la playa Arenillas Negras, no se puede determinar la toxicidad del producto de rechazo al medio marino y sus impactos a corto, mediano y largo plazo. Tampoco se puede garantizar que la succión al sistema de captación de agua para su desalinización no afecte a las especies marinas del entorno, toda vez que las rejillas que filtran esta entrada son de un tamaño que permite el ingreso de especies de distintos rangos etarios, con su consiguiente pérdida para el ecosistema.

Consideraciones finales: A nuestro parecer, el proyecto carece de información esencial para su evaluación, esta se encuentra incompleta en varios aspectos o simplemente no existe.

Hoy nos encontramos en un escenario de emergencia climática y de crisis hídrica debido al cambio climático, y como región no somos la excepción, por lo mismo debemos ser muy responsables en cómo proyectamos las soluciones a estas dinámicas que nos afectan. Creemos que este proyecto se presentó como solución sin analizar el contexto, este contexto tiene que ver con la gestión hídrica de

nuestra región, de cómo usamos el recurso de forma sustentable e inteligente, este proyecto propone que en su máximo nivel de producción proveer de 200 lt/s de agua desalada, con un producto de rechazo de salmuera y productos químicos del proceso de 300 lt/s, que es vertida directamente al mar, sin posibilidad de procesos para su reutilización, pero, por otro lado perdemos una importante parte del agua potable producida en regar parques y plazas y en procesos industriales. Además, vertemos entre 500 y 900 lt/s de aguas negras al mar a través del emisario submarino, que ya cuenta con 40 años de uso, con el consiguiente riesgo para la salud de las personas, impidiendo además la postulación a certificaciones internacionales para el desarrollo turístico como es la de Bandera Azul. Por estos y otros aspectos se hace indispensable un debate serio entre autoridades, la academia, la industria y la sociedad civil sobre la gestión del recurso y las opciones que tenemos para optimizarlo, la necesidad de una planta de tratamiento de aguas servidas, o una desaladora que se haga cargo de sus descartes.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta acerca del tipo de agua que el Proyecto producirá, se informa que el Proyecto tiene como objetivo principal la producción de agua desalada, la cual sí será potabilizada posteriormente. Sin embargo, la red de distribución de agua potable aún no está definida, ya que dicha etapa no forma parte de este proyecto específico. El convenio de colaboración con el Gobierno Regional de Arica y Parinacota establece que la desalinizadora es parte de la estrategia para garantizar la continuidad del suministro de agua potable en la región, pero la implementación de la red de distribución dependerá de decisiones técnicas y económicas futuras. Por lo anterior, no existe una intención de fraccionar el Proyecto para evitar su evaluación ambiental. Eventualmente, cuando se realice la ingeniería básica de la red de distribución de agua potable, esta también será sometida a una evaluación ambiental si así lo requiere la normativa vigente.

En relación con la consulta acerca del emplazamiento del Proyecto, se informa que respecto de la Zona Intermareal (Playa Quiani), se trata de un sector que se encuentra dentro de un área de alta relevancia arqueológica, con presencia de asentamientos prehispánicos de larga data. Según la presentación de la Línea de Base Arqueológica del Proyecto (ver Anexo 3.2 de la Adenda), esta zona ha sido ocupada desde hace aproximadamente 9.000 años AP y toda la zona costera de Arica, incluyendo Quiani, se encuentra protegida por la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales y el Decreto N°4867 (1967), que declara monumentos arqueológicos todos los yacimientos de la región. Como parte de la evaluación ambiental del Proyecto, se realizó una caracterización arqueológica autorizada por el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), en la que se llevaron a cabo prospecciones pedestres y excavaciones en cinco sitios arqueológicos identificados, con el fin de evaluar la incidencia del proyecto (ver Anexo 5.3 PAS 132 de la Adenda Complementaria).

Ahora bien, el Proyecto sí considera monitoreo arqueológico permanente durante la fase de construcción, además de charlas de inducción y medidas de protección para los hallazgos. Para ello el Titular ha diseñado un Plan de gestión del patrimonio arqueológico, que incluye rescate arqueológico en áreas con hallazgos significativos y la implementación de medidas de conservación in situ. La metodología aprobada por el CMN considera excavaciones controladas y medidas de mitigación para minimizar cualquier posible impacto sobre restos arqueológicos.

En cuanto a la preocupación por el impacto social y la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica. Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero.

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

En cuanto a la caracterización realizada respecto del uso actual del área, de acuerdo con la información recopilada por el Titular y presentada durante la evaluación ambiental del Estudio, este sector es utilizado como zona de acceso al mar y área de trabajo, donde se desarrollan distintas actividades relacionadas con la extracción de recursos marinos. Las actividades se realizan tanto desde la orilla como desde embarcaciones menores, dependiendo del tipo de recurso que se busca y de las condiciones del mar. Entre las principales actividades que se desarrollan en el litoral cercano a Arenillas Negras se encuentran la pesca artesanal, generalmente desde embarcaciones menores; buceo

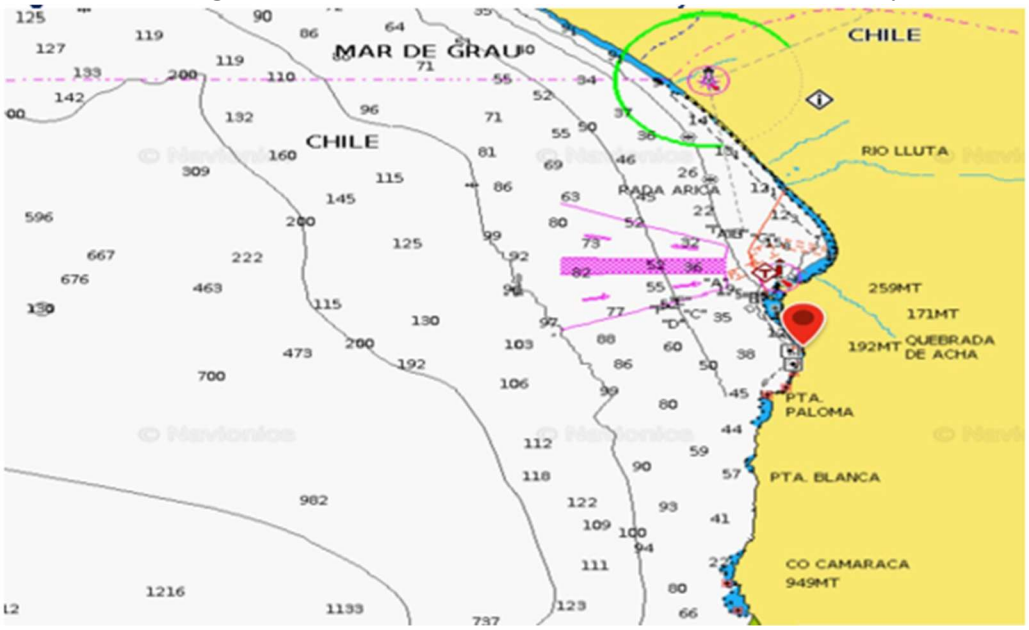
mariscador, mediante el cual se extraen recursos desde el fondo marino y recolección de orilla, que consiste en la extracción manual de recursos en la zona intermareal. Las actividades no se concentran en un solo punto, sino que se desarrollan a lo largo del litoral y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones del mar.

En relación con las profundidades en que se desarrollan estas actividades, se puede distinguir lo siguiente:

9. Entre el veril 1 y 30 metros de profundidad: En este rango se concentran principalmente las actividades de buzos mariscadores y recolectores de orilla, ya que corresponde a zonas más cercanas a la costa donde habitualmente se encuentran los recursos que recolectan.
10. Entre el veril 30 y 50 metros de profundidad: En este rango, de mayor profundidad, las actividades son realizadas principalmente por pescadores artesanales, quienes operan en un área más amplia del mar y acceden a recursos que se encuentran en estos sectores.

Estos rangos de profundidad no son exclusivos del sector del Proyecto, sino que se extienden a lo largo de todo el litoral de Arica, formando parte de la configuración natural de la costa, lo que se puede observar en la siguiente figura elaborada a partir de información oficial, donde se muestra la continuidad de estos veriles en el borde costero:

Figura. Profundidades del mar en costas cercanas al Proyecto.



Fuente: Gisoc, Con Base En Software Navionics. El Sector Donde Se Ubica El Proyecto Se Indica En Color Rojo. Los Metros De Profundidad Se Indican En Números Asociados A Las Líneas Batimétricas.

Como se puede ver, el área donde se emplaza el Proyecto corresponde a una parte del litoral donde estas actividades se desarrollan de manera habitual, al igual que en otros sectores de la costa.

Durante la fase de construcción del Proyecto se desarrollarán diversas obras en el borde costero y en el sector marino frente a Playa Arenillas Negras. Estas actividades implican una interacción con las labores que habitualmente realizan pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de

orilla, principalmente debido a la ocupación temporal de un sector específico del mar y a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la ejecución de las obras. La interacción se produce porque, mientras se ejecutan los trabajos, será necesario establecer áreas de resguardo en torno a las faenas marítimas. Estas áreas corresponden a zonas acotadas en las que, por motivos de seguridad, se restringe temporalmente el tránsito de embarcaciones y el acceso de personas. Su implementación responde a prácticas habituales en este tipo de proyectos y tiene por finalidad evitar accidentes durante el desarrollo de actividades constructivas.

Adicionalmente, el Proyecto contempla la ejecución de tronaduras controladas, las cuales constituyen actividades puntuales y de corta duración. Durante su realización, las zonas de seguridad pueden ampliarse momentáneamente, con el objetivo de proteger tanto a trabajadores como a terceros que pudieran encontrarse en las cercanías. No obstante, una vez finalizada cada tronadura, estas restricciones se levantan y el área vuelve a quedar disponible para su uso habitual. Las actividades de pesca, buceo y recolección no se desarrollan de manera fija en un único punto del litoral, sino que se distribuyen a lo largo de la costa y abarcan distintos rangos de profundidad, dependiendo del tipo de recurso que se busca extraer y de las condiciones del mar. En este sentido, el área específica donde se ejecutarán las obras corresponde solo a una fracción del espacio total utilizado por los pescadores y recolectores.

De esta forma, durante la fase de construcción, la interacción entre el proyecto y las actividades pesqueras y recolectoras se caracteriza principalmente por la existencia de restricciones temporales y localizadas en el acceso a un sector acotado del mar, manteniéndose disponible el resto del litoral para el desarrollo de estas actividades.

Una vez finalizadas las obras de construcción, cesan las actividades en el mar asociadas a la ejecución del Proyecto, por lo que desaparecen las zonas de resguardo y no se requieren nuevas restricciones de acceso. En consecuencia, el borde costero y el espacio marino vuelven a estar completamente disponibles para el desarrollo de las actividades habituales de pesca, buceo y recolección.

En la fase de operación, la principal interacción del proyecto con el medio marino corresponde a la descarga de salmuera, que es el flujo de agua de mar con una mayor concentración de sales generado por el proceso de desalinización. Al respecto, es importante precisar que la salmuera generada por el proyecto presenta una salinidad que es aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar del sector. Considerando que la salinidad natural es del orden de 34,9 g/L, esto implica que la salmuera alcanza valores cercanos a 36,6 g/L, lo que representa un incremento acotado respecto de las condiciones de base del medio marino.

Con el objetivo de evaluar si esta diferencia puede generar efectos en los organismos marinos, se realizaron estudios de toxicidad con especies representativas. Los resultados indican que no se observan efectos en condiciones naturales del mar, y que los efectos de mayor relevancia en los organismos se presentan recién a salinidades del orden de 44 g/L, es decir, a concentraciones significativamente superiores a las que genera la salmuera del proyecto.

Al comparar estos valores con la salinidad de la salmuera, se observa que esta se encuentra muy por debajo de los niveles en los que se producen efectos en los organismos, lo que permite descartar la ocurrencia de efectos tóxicos asociados al incremento de salinidad. Adicionalmente, en condiciones reales de operación, la salmuera descargada no permanece concentrada, ya que al ingresar al mar se mezcla rápidamente con el agua circundante. Este proceso de dilución ocurre en un área cercana al punto de descarga, reduciendo aún más la salinidad en cortas distancias y evitando que se mantengan concentraciones elevadas en el tiempo o en sectores más amplios.

En este sentido, las condiciones necesarias para generar efectos en organismos marinos no se alcanzan en el área de influencia del proyecto, ni espacial ni temporalmente. Por lo tanto, la descarga de salmuera no genera una alteración relevante en la calidad del agua ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos.

En consecuencia, durante la fase de operación no existen restricciones de acceso al mar, las actividades de pesca, buceo y recolección pueden desarrollarse con normalidad, y las condiciones del medio marino se mantienen comparables a las existentes previamente.

A partir del análisis presentado, es posible evaluar si el proyecto genera efectos sobre las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla que se desarrollan en el sector de Arenillas Negras:

9. En primer lugar, durante la fase de construcción, las principales interacciones identificadas corresponden a restricciones temporales de acceso al mar en el área donde se ejecutarán las obras. Estas restricciones se deben a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la realización de actividades como trabajos marítimos y tronaduras controladas. No obstante, dichas restricciones presentan características acotadas, tanto en el tiempo como en el espacio. En efecto, se aplican únicamente durante el período en que se desarrollan las obras y se limitan al área directa de trabajo, la cual corresponde a una porción reducida del litoral. Considerando que las actividades de pesca, buceo y recolección se desarrollan a lo largo de toda la costa y no se concentran en un único punto, estas restricciones no impiden la continuidad de dichas actividades en otros sectores cercanos. Asimismo, una vez finalizadas las obras, cesan completamente estas restricciones, permitiendo que el área intervenida vuelva a estar disponible para su uso habitual.
10. Durante la fase de operación del proyecto, no se generan restricciones de acceso al mar, por lo que las actividades pueden desarrollarse con normalidad. En esta fase, la única interacción relevante corresponde a la descarga de salmuera, la que presenta un aumento acotado de salinidad respecto de las condiciones naturales del mar (del orden de un 5%), alcanzando valores cercanos a 36,6 g/L. Estos niveles se encuentran muy por debajo de las concentraciones en las que se generan efectos en organismos marinos, los cuales se presentan recién a valores cercanos a 44 g/L. Adicionalmente, la descarga de salmuera se diluye rápidamente en el medio marino, reduciendo su concentración en un área cercana al punto de descarga y evitando que se mantengan niveles elevados en el tiempo o en sectores más amplios.

Por lo anterior, no se prevé una alteración en la calidad del agua, ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos, que sustentan las actividades de pesca y recolección, tanto en la fase de construcción, como de operación. En síntesis, el Proyecto:

- No genera una pérdida permanente del acceso al mar;
- No implica la desaparición ni disminución significativa de los recursos hidrobiológicos; y
- No altera las condiciones que permiten el desarrollo de las actividades tradicionales del borde costero.

En consecuencia, se concluye que el proyecto no produce efectos significativos sobre los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos vinculados a la pesca artesanal y recolección de orilla, ya que las interacciones identificadas son de carácter temporal, acotadas espacialmente y no afectan de manera permanente el uso del territorio ni los recursos asociados.

Por último, el Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda) que se implementará tiene como fin garantizar que la comunidad tenga un rol activo en la supervisión del Proyecto, al incluir talleres informativos, recorridos para los residentes y un canal de comunicación constante, lo que asegura la transparencia y la inclusión de la comunidad en el proceso.

En relación con el uso recreativo de la playa, se informa que la playa no será privatizada ni cerrada al público. Al respecto, se debe tener presente, durante la evaluación ambiental del Proyecto, lo siguiente:

15. Durante la construcción (23 meses), solo el 2,8% de la playa estará temporalmente intervenida.
16. Después de la construcción, la infraestructura será soterrada y la playa quedará disponible para su uso habitual.
17. El acceso a Arenillas Negras seguirá abierto para todas las actividades recreativas y deportivas.

Específicamente en relación con los Grupo Humanos en el sector de la Playa Arenillas Negras, en donde existen personas que utilizan la playa y el mar con fines deportivos y recreativos, principalmente para la práctica de surf y bodyboard, además de otras actividades vinculadas al baño y al uso recreativo del borde costero, de acuerdo con la información levantada por el Titular durante el proceso de evaluación ambiental, en este sector participan tanto deportistas que practican estas actividades de manera habitual como organizaciones y escuelas deportivas que desarrollan clases y actividades formativas, especialmente con niños, niñas y adolescentes.

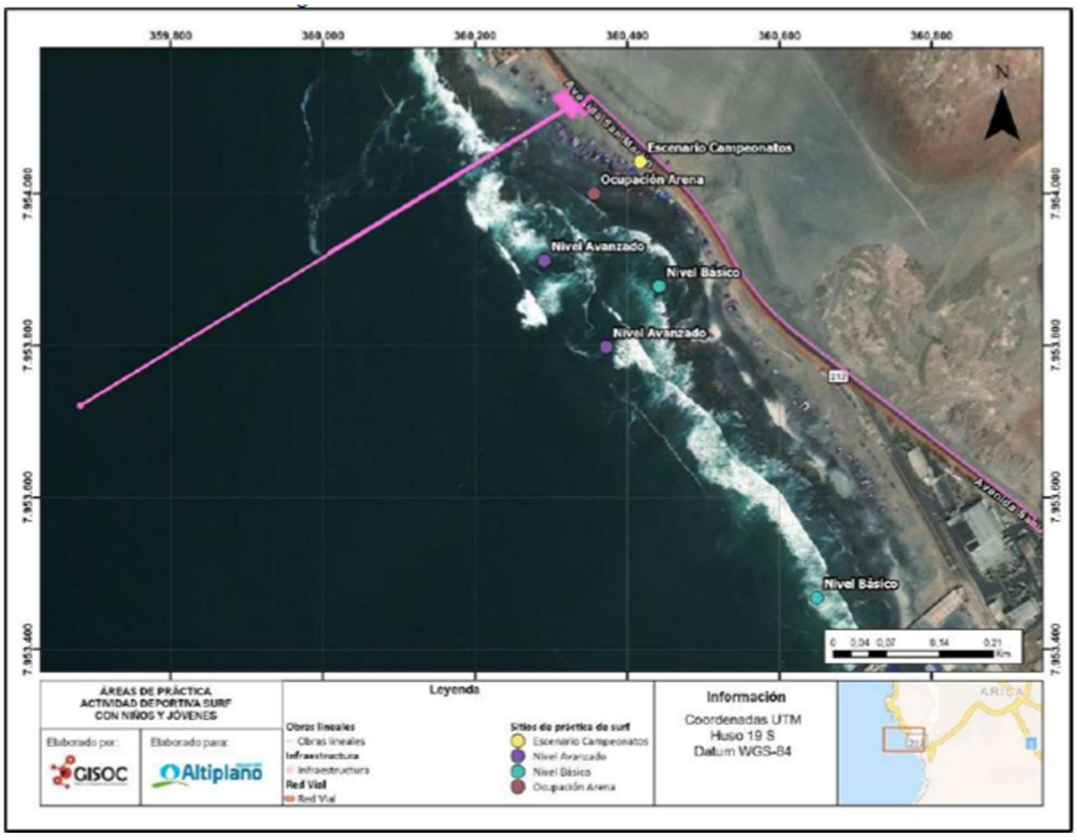
La información recopilada permitió identificar que en Arenillas Negras existe un uso deportivo del espacio costero asociado, principalmente, a la enseñanza y práctica del surf y del bodyboard, reconociéndose la presencia de clubes y agrupaciones que utilizan el sector para estos fines. En este contexto, Arenillas Negras no corresponde solo a una playa de uso libre, sino también a un espacio que es valorado por parte de la comunidad como lugar de aprendizaje, encuentro y práctica deportiva.

La caracterización del uso actual del área señala que el sector de Playa Arenillas Negras presenta un uso activo y permanente asociado a actividades deportivas y recreativas vinculadas al borde costero y al mar. A partir del levantamiento de información en terreno y del análisis del uso del área, se identifica que este espacio es utilizado de manera sistemática por distintos grupos de usuarios, configurando un patrón de ocupación bien definido tanto en términos espaciales como funcionales. El principal uso del área corresponde a la práctica de deportes acuáticos, destacando el surf y el bodyboard como las actividades predominantes. Estas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, donde las condiciones de oleaje permiten la ejecución de estas disciplinas. Se trata de un uso frecuente del espacio, con presencia de usuarios durante gran parte del año, intensificándose en horarios diurnos y en temporadas de mejores condiciones climáticas.

Asimismo, se identifica la presencia de actividades formativas asociadas a estas disciplinas, las cuales se desarrollan en sectores específicos de la playa donde las condiciones del mar son más adecuadas para la enseñanza. Estas actividades involucran a instructores y alumnos, incluyendo niños, niñas y adolescentes, consolidando el área como un espacio de aprendizaje y uso comunitario. De manera complementaria, el sector es utilizado para actividades recreativas, tales como baño, permanencia en la playa y uso general del borde costero. Este tipo de uso se concentra principalmente en la franja de arena y en sectores someros del mar, generando una diferenciación natural respecto de las zonas utilizadas para la práctica deportiva. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Apoyo en traslado de niños y adolescentes de escuelas de surf a sitios donde puedan desarrollar la actividad*" cuyo objetivo es "*garantizar la continuidad de la enseñanza del surf a niños y adolescentes de manera segura, a través del apoyo en el traslado de los alumnos de las escuelas Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro, durante dos periodos estivales*" (ver Cuadro 7.10 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Desde el punto de vista espacial, se observa una distribución clara del uso del área. En efeto, las actividades deportivas se concentran en la zona de oleaje, correspondiente a un sector superficial y cercano a la costa, mientras que las actividades recreativas de baño se desarrollan en sectores aún más próximos a la orilla. No se identifica un uso relevante asociado a actividades deportivas en sectores de mayor profundidad alejados del borde costero. Esta distribución se presenta en la siguiente Figura, en donde se identifican los sectores utilizados para la práctica de surf, incluyendo zonas diferenciadas por nivel (básico y avanzado), así como el área de ocupación en la zona de rompiente.

Figura. Área de desarrollo de actividades de enseñanza deportiva en Arenillas Negras.



Fuente: Figura 50 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

A partir de esta representación, se confirma que el uso deportivo del área se encuentra concentrado en la zona costera y superficial, sin extenderse hacia sectores más profundos del mar. Esta condición permite establecer una diferenciación espacial clara entre las áreas utilizadas por las personas y aquellas donde se emplazan las obras del proyecto. Finalmente, es relevante señalar que este patrón de uso responde a la dinámica propia del borde costero, donde las actividades deportivas y recreativas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente, en función de las condiciones de oleaje y la accesibilidad desde tierra.

En relación con el análisis de la interacción del Proyecto en las distintas fases del Proyecto con las actividades deportivas identificadas en el sector de Playa Arenillas Negras, así como la distribución espacial de dichas actividades en relación con las obras proyectadas, la caracterización del uso del área presentada por el Titular, indica que las actividades deportivas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa. Esta condición resulta clave para evaluar la interacción con el proyecto, dado que las obras y sus efectos se localizan en sectores diferenciados del medio marino.

Para la fase de construcción, las principales actividades del proyecto que podrían generar interacción con las actividades deportivas corresponden a la ejecución de obras marítimas, incluyendo la instalación de infraestructura en el borde costero y en el medio marino. Dichas actividades pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área, así como la intervención

puntual del fondo marino en sectores específicos. En este contexto, la interacción con las actividades deportivas se relaciona principalmente con posibles restricciones temporales de acceso a determinados sectores del mar durante la ejecución de las obras. No obstante, considerando la distribución espacial del uso del área, se observa que:

18. Las actividades deportivas se concentran en la zona de rompiente, cercana a la línea de costa.
19. Las obras marítimas se desarrollan en sectores acotados y de manera temporal.

En función de lo anterior, se informa que la interacción en la fase de construcción corresponde a una interferencia localizada y transitoria, limitada al período de ejecución de las obras, sin implicar una alteración permanente del uso deportivo del área. Asimismo, una vez finalizadas las obras, las condiciones del sector retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad de las actividades deportivas en la zona de rompiente.

En la fase de operación, el principal elemento a considerar es la descarga de salmuera al medio marino. En este caso, la salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar, la cual en el sector no supera los 35 g/L. Sin embargo, las características de esta descarga permiten establecer que no se genera interacción con las actividades deportivas, debido a los siguientes aspectos:

20. En primer lugar, la descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades de surf, bodyboard y baño, las cuales se concentran en la zona de rompiente.
21. En segundo lugar, debido a su mayor densidad, la salmuera tiende a mantenerse en capas más profundas del agua, favoreciendo su dispersión en el fondo marino y limitando su ascenso hacia la superficie.
22. Adicionalmente, la descarga considera un proceso de rápida dilución, lo que reduce significativamente la concentración de salinidad en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En este contexto, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de oleaje ni el área de uso recreativo, donde se concentran los deportistas. Asimismo, aun en un escenario conservador en que pudiesen existir pequeñas fracciones de agua mezclada en sectores más someros, la variación de salinidad es acotada y cercana a las condiciones naturales del mar, sin generar efectos adversos sobre las personas ni afectar el desarrollo de actividades recreativas. En consecuencia, la interacción del proyecto con las actividades deportivas en fase de operación es nula o no significativa, dado que existe una clara separación espacial entre la descarga y la zona de uso, junto con condiciones de dilución que impiden cualquier afectación en la superficie del mar.

A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y las actividades deportivas desarrolladas en el sector de Playa Arenillas Negras, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área por parte de deportistas se concentra en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa, lo que permite establecer una diferenciación espacial respecto de las áreas donde se desarrollan las obras y donde se produce la descarga de salmuera.

Durante la fase de construcción, los potenciales impactos se asocian principalmente a la ejecución de obras marítimas, las cuales pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área de intervención. En este contexto, el impacto identificado corresponde a una posible interferencia temporal en el uso del espacio marino, producto de restricciones de acceso a sectores puntuales durante el desarrollo de las obras. Sin embargo, este impacto presenta las siguientes características:

23. Es de carácter localizado, ya que las obras se desarrollan en sectores acotados del borde costero y del medio marino.
24. Es temporal, limitado exclusivamente al período de ejecución de las actividades constructivas.
25. No implica una alteración permanente de las condiciones del área ni de la dinámica del oleaje.

En consecuencia, el impacto sobre las actividades deportivas en fase de construcción se evalúa como no significativo, dado su carácter acotado en el espacio y en el tiempo.

En la fase de operación, el análisis se centra en la descarga de salmuera al medio marino. No obstante, considerando las características de esta descarga y la localización de las actividades deportivas, no se identifican impactos relevantes sobre los deportistas. En particular:

26. La descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades deportivas.
27. La salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la natural, la cual no supera los 35 g/L, por lo que la diferencia es acotada respecto de las condiciones del mar.
28. La mayor densidad de la salmuera favorece su permanencia en capas profundas, evitando su presencia en la superficie.
29. La rápida dilución reduce la concentración en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En función de estos antecedentes, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de rompiente ni el área de baño, por lo que no existe interacción con las actividades deportivas. Asimismo, la leve variación de salinidad no genera efectos adversos en las personas ni modifica las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades recreativas, como se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración. Comportamiento de la descarga vs la rompiente de las olas.



Fuente: ilustración 7 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre las actividades deportivas en fase de operación se evalúa como no significativo, dado que no se produce alteración del uso del área ni de las condiciones del medio que permitan su desarrollo.

A partir de los antecedentes presentados, se concluye que las actividades deportivas y recreativas que se desarrollan en el sector de Playa Arenillas Negras, como el surf, el bodyboard y el baño, podrán continuar realizándose de la misma forma que en la actualidad. Esto se explica porque estas actividades ocurren en la zona de las olas, muy cerca de la orilla, mientras que las obras del proyecto y la descarga de salmuera se ubican en sectores más profundos y alejados de la costa, sin coincidir con los espacios donde las personas practican deporte o se bañan.

Durante la fase de construcción, podría existir una interrupción momentánea en algunos sectores específicos, debido a la ejecución de las obras. Sin embargo, esta situación es temporal y acotada, y una vez terminados los trabajos, el mar vuelve a sus condiciones habituales, permitiendo retomar las actividades deportivas sin cambios.

En la fase de operación, la salmuera que se descarga al mar tiene una salinidad solo levemente mayor que la natural (alrededor de un 5% más), y además se dispersa en profundidad, sin subir hacia la superficie. Por esta razón, no llega a la zona de las olas ni a la orilla, que es donde se encuentran los deportistas y bañistas.

Por lo tanto, no se generan riesgos ni cambios en las condiciones del mar que puedan afectar a quienes utilizan la playa para actividades recreativas o deportivas.

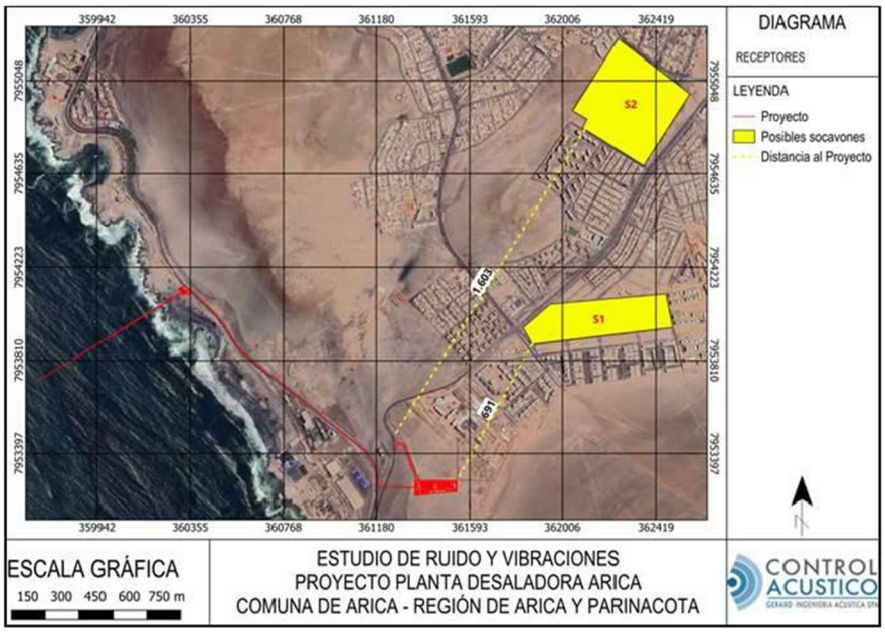
Respecto de la consulta realizada en relación con el sector "El Alto", se informa que respecto de las condiciones geotécnicas de dicho sector se reconoce que los suelos de dicha zona están compuestos por arenas y gravas limosas salinas, con antecedentes de socavones en el pasado. Sin embargo, el Titular ha presentado estudios cuyo diseño considera estos factores y la implementación de soluciones de ingeniería para evitar riesgos estructurales. Además, desde la actualización de la normativa en 2017, se han establecido criterios más estrictos para la construcción sobre suelos salinos, y la planta desaladora cumple con estos requerimientos. En el Plan Regulador vigente (2009), el emplazamiento del proyecto se encuentra en zonas ZP5 (protección de rodados y remoción en masa) y ZER (equipamiento recreativo). En la nueva propuesta de Plan Regulador, el área se clasifica como ZE-LAD (Zona de Resguardo de Laderas) y ARN-AR (Área de Riesgo), lo que implica que cualquier infraestructura en esta zona debe cumplir con medidas de estabilidad específicas. Por último, se han establecido medidas de seguridad, a través de estudios de estabilidad y drenaje para garantizar la seguridad de la infraestructura y las poblaciones cercanas.

En relación con la preocupación manifestada por la comunidad respecto de una posible afectación a la generación, reactivación o agrandamiento de socavones producto de las obras del Proyecto, el Titular ha informado que el Proyecto comprende algunas actividades constructivas que pueden generar ruido y también vibraciones (ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria). Aunque ambas situaciones pueden percibirse de forma similar por las personas, desde el punto de vista físico no producen el mismo efecto sobre el entorno. En términos simples, el ruido corresponde a una onda que se transmite principalmente por el aire, mientras que las vibraciones se transmiten directamente por el suelo. Por esta razón, si se quiere analizar una eventual relación entre las obras del Proyecto y la estabilidad del terreno, el análisis debe centrarse en las vibraciones, ya que ese es el único mecanismo físico que, en teoría, podría interactuar con el subsuelo.

Para poder analizar esta inquietud, primero fue necesario identificar de manera referencial los sectores donde la comunidad ha reportado la existencia de socavones o problemas asociados a este fenómeno. Debido a ello, el titular recurrió a antecedentes de carácter público y referencial, principalmente información terciaria disponible en noticias y reportes de acceso público relacionados con eventos cercanos al área de estudio. De acuerdo con información pública disponible de la Municipalidad de Arica y antecedentes difundidos en medios de prensa regional y nacional.

En particular, se consideraron los sectores de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), con su respectivo receptor más cercano Altos del Mar (S1) y la obra del camino de acceso con su respectivo receptor más cercano Lomas de Miramar (S2), donde se han registrado eventos de socavones en años anteriores y recientes, según lo informado en medios de prensa regional y nacional. A continuación, en la siguiente Figura se aprecian dichos puntos y su descripción se detalla en el Cuadro siguiente:

Figura. Ubicación de posibles socavones.



Fuente: Figura 62 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Como esos reportes no indican la ubicación exacta de cada cavidad, se delimitaron áreas aproximadas donde este fenómeno habría ocurrido. Luego, el análisis se hizo considerando el punto de cada una de esas áreas que está más cerca del Proyecto, ya que ese sería el lugar donde podría presentarse el mayor efecto de vibración.

Tabla. Ubicación y descripción de puntos de medición.

Obra	Receptor más cercano	Descripción	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
					Datum WGS 84 Huso 19 K	
					Este	Norte
PTOI	S1	Condominio Altos del Mar ubicado en intersección de calle San Ignacio de Loyola con calle Rafael Sotomayor.	691	Residencial	361.871	7.953.880
Camino de acceso	S2	Condominio Lomas de Miramar ubicado en calle Chiguayante.	1603	Residencial	362.108	7.954.831
	Nota: Coordenadas obtenidas mediante software.					

Fuente: Tabla 144 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es importante señalar que esta identificación tiene un carácter conservador y preliminar, ya que no corresponde a una localización oficial, georreferenciada o levantada en terreno específicamente para esta observación. En otras palabras, se trabajó con la mejor información disponible para hacerse cargo de la preocupación planteada, aun cuando no se contó con coordenadas exactas ni con un catastro formal de socavones entregado por quienes realizaron la observación.

Una vez definidos estos sectores de referencia, el paso siguiente consistió en evaluar de qué manera, desde un punto de vista físico, las actividades del Proyecto podrían eventualmente relacionarse con un fenómeno de esta naturaleza. En ese marco, el análisis considera que una posible interacción solo podría darse si las vibraciones generadas por las obras llegaran al terreno con una intensidad suficiente como para producir movimientos relevantes en el subsuelo. Para estudiar esa posibilidad, se utilizó como parámetro la velocidad pico de partícula o PPV, que es una medida comúnmente utilizada para evaluar la intensidad de las vibraciones producidas por actividades como tronaduras, golpes de hincado o tránsito de maquinaria pesada.

Dicho de manera sencilla, este indicador permite estimar cuán fuerte "se mueve" el terreno producto de una fuente de vibración y cómo ese movimiento disminuye a medida que aumenta la distancia respecto del lugar donde ocurre la actividad. Por ello, calcular este valor en los sectores donde se ha reportado la presencia de socavones permite contar con una primera aproximación técnica para evaluar si las vibraciones del Proyecto podrían o no tener la capacidad de influir en ese tipo de fenómeno.

Para evaluar las vibraciones del Proyecto, no se usa un solo método para todas las actividades, ya que el tipo de vibración cambia según la fuente que la genera. En otras palabras, no vibra de la misma forma una maquinaria pesada que opera de manera continua, como un rodillo vibratorio, que una tronadura, que genera una vibración puntual y de corta duración, pero de mayor intensidad.

Por esta razón, la evaluación considera una metodología distinta según la actividad analizada:

30. Para maquinaria pesada, se utilizó la metodología del manual norteamericano "*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*" (FTA), descrita en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria apartado "Vibraciones generadas por maquinarias". Este método se aplica a fuentes de vibración continua o repetitiva, como el tránsito y operación de equipos de construcción. En este caso, la maquinaria seleccionada para la evaluación fue el rodillo vibratorio, por corresponder al equipo que genera la mayor vibración continua dentro de las obras consideradas.
31. Para las tronaduras, se utilizó el método propuesto por la norma australiana AS 2187.2-2006, descrito en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria, apartado "Vibraciones generadas por tronaduras". Este método se emplea específicamente para eventos de vibración impulsiva, como las explosiones, y permite calcular la velocidad pico de partícula (PPV) en función de la carga de explosivo y de la distancia entre la tronadura y el punto evaluado (receptor).

De esta forma, la evaluación se desarrolló usando, para cada caso, el método técnico más adecuado según el tipo de actividad. Así, para las vibraciones continuas se consideró la maquinaria más exigente, que es el rodillo vibratorio, y para las vibraciones de mayor intensidad puntual se consideraron las tronaduras, permitiendo analizar de forma representativa los escenarios más relevantes del Proyecto.

Luego de proyectar las vibraciones, los valores se compararon con un criterio técnico de referencia internacional, utilizado para revisar si una vibración pudiese llegar a producir daños en construcciones. En este caso, se aplicó el criterio más exigente de la guía utilizada, es decir, el más conservador, de manera de evaluar la situación con un margen de seguridad mayor. El valor de referencia considerado fue de 0,12 [in/s], que corresponde a un nivel a partir del cual podrían presentarse daños menores en construcciones livianas o sensibles, como pequeñas grietas superficiales o movimientos leves en algunos elementos no estructurales. Es importante señalar que este valor de referencia no corresponde a un escenario de colapso del terreno ni a la formación de socavones, sino a posibles efectos menores en edificaciones.

Al realizar la proyección para los puntos evaluados, los resultados obtenidos fueron menores a 0,01 [in/s] en ambos casos analizados. Esto significa que las vibraciones estimadas para la maquinaria del Proyecto son muy inferiores al valor de referencia de 0,12 [in/s]. En términos simples, el nivel de vibración proyectado es tan bajo que se encuentra muy por debajo del nivel que, en un escenario más exigente, podría llegar a producir daños menores en construcciones sensibles. Por lo tanto, las vibraciones esperadas por el uso de maquinaria pesada no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla. Proyección de PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada.

Obra	Receptor más cercano	Maquinaria	Distancia [m]	Distancia* [ft]	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
PTOI	S1	Rodillo vibratorio	691	2.267	< 0,01	0,12	Cumple
PEAM	S2	Rodillo vibratorio	1.603	5.259	< 0,01	0,12	Cumple
	*Valor aproximado al entero más cercano.						

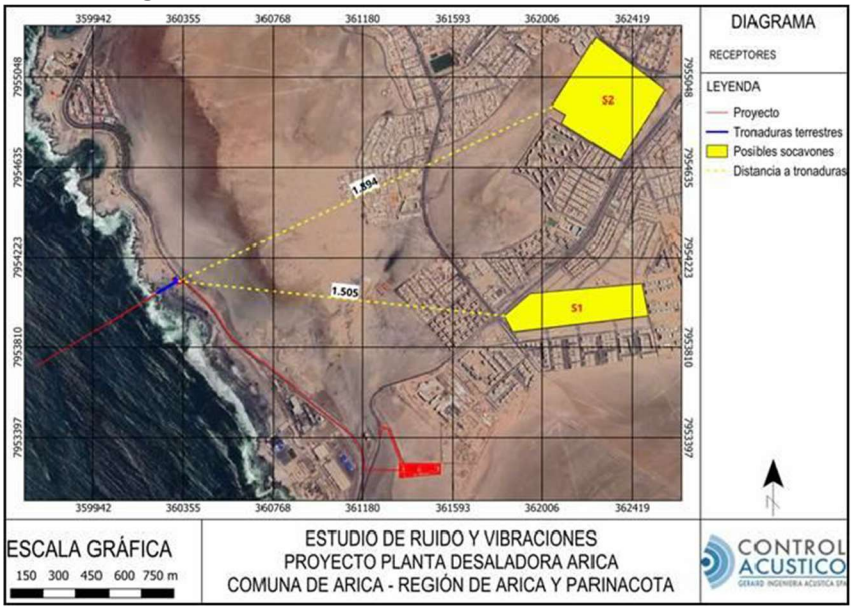
Fuente: Tabla 145 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En ambos casos, los valores cumplen ampliamente con el criterio de referencia utilizado. Por ello, de acuerdo con esta evaluación, las vibraciones generadas por la maquinaria pesada del Proyecto no presentan potencial para producir daños en el terreno, ni para favorecer la formación de nuevos socavones, ni para agravar aquellos que han sido reportados de manera referencial por la comunidad.

Respecto de la consulta acerca de las tronaduras, también se realizó una estimación para conocer cuánta vibración podría llegar a los sectores evaluados. Para ello, los resultados se compararon con un valor de referencia, pensado para construcciones muy sensibles a las vibraciones, como edificaciones antiguas o protegidas. El valor de referencia utilizado fue de 3 [mm/s], que corresponde a un criterio muy conservador, de manera de evaluar el escenario con un alto nivel de resguardo. Para calcular la vibración proyectada por las tronaduras, se utilizó una metodología técnica internacional, que permite estimar cuánta vibración llega a un punto según dos factores principales: la cantidad de explosivo que detona en cada momento, y la distancia entre la tronadura y el lugar evaluado. En términos simples, mientras más lejos se encuentra un punto respecto de la tronadura, menor es la

vibración que le llega. Con esta metodología, se analizaron los puntos de evaluación definidos para esta observación. Los resultados muestran lo siguiente:

Figura. Distancia de socavones a tronaduras terrestres.



Fuente: Figura 63 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es decir, la vibración estimada por las tronaduras del Proyecto es entre 30 y 40 veces menor que el valor de referencia utilizado para una condición muy sensible. Por lo tanto, de acuerdo con esta evaluación, las tronaduras previstas no presentan potencial para afectar la estabilidad del terreno, ni para producir daños en estructuras, ni para contribuir a la formación o agrandamiento de socavones en los puntos analizados. En base a la evaluación realizada, se concluye que las vibraciones proyectadas por el Proyecto, tanto las asociadas al uso de maquinaria como las generadas por tronaduras, son bajas y no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno en los sectores analizados.

En el caso de la maquinaria pesada, los valores estimados fueron menores a 0,01 [in/s], lo que equivale aproximadamente a 0,25 [mm/s]. En el caso de las tronaduras, los valores proyectados fueron de 0,10 [mm/s] y 0,07 [mm/s] en los puntos evaluados. Todos estos resultados se encuentran muy por debajo de los valores de referencia internacionales que se utilizan para revisar posibles efectos sobre estructuras o sobre el suelo. En otras palabras, las vibraciones estimadas para el Proyecto son muy inferiores a los niveles que podrían generar algún tipo de daño.

También es importante considerar que los sectores analizados, correspondientes a Altos del Mar y Lomas de Miramar, se encuentran a una distancia considerable de las obras del Proyecto. Esto significa que, a medida que la vibración se aleja de su fuente, va perdiendo fuerza de manera natural, por lo que llega mucho más débil a esos lugares.

Junto con lo anterior, es importante explicar que la existencia de socavones no depende solo de que haya vibraciones en una zona. Este tipo de fenómeno normalmente se relaciona con condiciones propias del terreno y del subsuelo, así como con la presencia y circulación de agua bajo la superficie. Por ejemplo, puede asociarse a filtraciones, erosión interna del suelo, cavidades subterráneas, arrastre de material fino o problemas de drenaje que ya existen previamente en un sector. Por eso, no basta con que una persona perciba ruido o una vibración menor para concluir que se producirá un socavón.

Asimismo, con la información revisada en la línea de base y en las fuentes públicas consultadas, los socavones reportados en la comuna de Arica corresponden a situaciones puntuales que se relacionan con características preexistentes del terreno y del drenaje subterráneo, y no con actividades similares a las consideradas en este Proyecto.

Por lo tanto, el análisis realizado no parte de la idea de que el Proyecto vaya a generar socavones, sino que responde de manera preventiva a la inquietud planteada por la comunidad, revisando si existe una posibilidad física real de que las vibraciones de las obras puedan influir en este fenómeno. A partir de esa revisión, y considerando los valores obtenidos, la distancia a los sectores evaluados y la naturaleza de los socavones reportados, se descarta que las actividades del Proyecto puedan generar, agravar o contribuir a la aparición de nuevos socavones en los sectores identificados como sensibles.

En relación con la consulta respecto de la Línea de Base, se informa que ésta ha sido elaborada a través de terrenos realizados en la zona marítima e intermareal, incluyendo estudios realizados por expertos biólogos para evaluar la presencia de especies en el área de influencia del proyecto.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

32. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
33. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
34. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).

35. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de

riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media

Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores

Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto*" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)

Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

36. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
37. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
38. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto,

aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.

El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

39. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
40. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental.

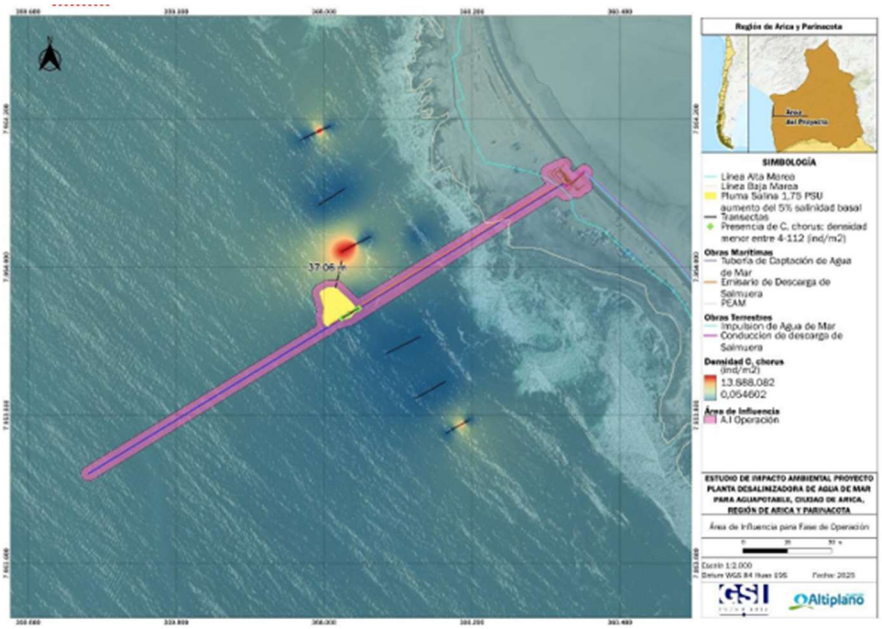
La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con

la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el

banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    43. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    44. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    45. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    58. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    59. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    60. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

Respecto a la golondrina de mar y levantamiento de información de la Línea de Base de Aves, en el Capítulo 3.6 del EIA el Titular presentó la información de cuatro campañas realizadas en la primavera de 2022, Verano 2023, Otoño 2023 e Invierno 2023, cuyo objetivo era estimar la riqueza, composición y abundancia de aves diurnas en el área de influencia del Proyecto. Para ello se realizaron cinco puntos

de observación focales. El tiempo de permanencia en cada punto correspondió a 15 minutos, registrando avistamientos y cantos de aquellas aves dentro de un radio aproximado de 50 [m]. Por otro lado, para la detección de aves de hábitos crepusculares y nocturnos, se instaló en un punto dentro del área de influencia del Proyecto, una mini grabadora, la que presentó un registró durante 10 horas. Al respecto, el Titular señala que los estudios realizados por los especialistas no lograron identificar registros de la especie en la zona, ni hábitats adecuados para su reproducción, nidificación o alimentación. Con todo, el Titular incorporó medidas del Plan Recoge para prevenir cualquier posible afectación por la iluminación del proyecto. Respecto de las aves el Titular presentó el CAV de "Monitoreo de Avifauna", cuyo objetivo es evitar la potencial pérdida de ejemplares de avifauna principalmente aves costeras (ver Cuadro 7.2 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

En relación con los murciélagos, en el Capítulo 3.6 del EIA, el Titular señala que "*Durante la campaña de terreno, no se detectaron micromamíferos ni murciélagos. En el área asociada a la planta de tratamiento de osmosis inversa, se detectaron fecas de liebre (Lepus europaeus), sin embargo, se estima que fueron arrastradas por el viento, considerando que no corresponde a una especie potencial (Iriarte, 2007)*". En síntesis. no fueron encontradas cuevas ni colonias en el área de influencia del Proyecto. Si bien pueden transitar por el sector durante la noche, éstos no serán afectados por el ruido de la construcción, ya que las obras solo se realizarán durante el día.

De acuerdo con la normativa ambiental, los planes de mitigación, reparación y compensación solo son aplicables en caso de impactos significativos. En este caso, el impacto sobre la fauna terrestre no ha sido clasificado como significativo, por lo que no se requiere la implementación de estas medidas. Los Planes de Mitigación propuestos se pueden consultar en el Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria.

En relación con la consulta respecto de la falta de modelaciones de corrientes y mareas a nivel regional, se informa que los fenómenos de El Niño y La Niña en las condiciones oceánicas afectan principalmente la temperatura del mar y la productividad marina en la costa de Arica, modificando las corrientes oceánicas locales y la disponibilidad de nutrientes en el ecosistema marino. Sin embargo, su impacto directo en las mareas es limitado, ya que estas están dominadas por factores astronómicos como la interacción gravitacional entre la Tierra, la Luna y el Sol. A este respecto, el Proyecto ha considerado estudios oceanográficos detallados que incluyen modelaciones de corrientes y mareas. Estas modelaciones se enfocan en las condiciones locales del área de influencia del proyecto, utilizando datos actualizados y metodologías validadas.

Si bien las modelaciones focalizadas brindan información precisa sobre el comportamiento hidrodinámico en el sitio del proyecto, se reconoce que los fenómenos climáticos como El Niño y La Niña pueden influir en la dinámica de las corrientes oceánicas a nivel regional. No obstante, estas variaciones no generan cambios significativos en las mareas, por lo que no afectan la validez de los resultados obtenidos. Para estudios de infraestructura a gran escala, que abarquen todo el borde costero, es recomendable utilizar modelaciones de mayor alcance, considerando distintos escenarios climatológicos. Sin embargo, en este caso, las modelaciones utilizadas cumplen con los requerimientos para evaluar el impacto del proyecto en su área de influencia específica.

Respecto a la descarga de la pluma salina en la fase de operación del Proyecto, se realizaron modelaciones considerando los efectos del cambio climático para el período proyectado de 2027 a 2044, utilizando diversos modelos de proyección. La simulación incorporó múltiples variables climáticas, como vientos, oleaje, temperatura del mar y corrientes, evaluando tanto el escenario actual como el proyectado. Respectó de los resultados de la modelación, se observaron diferencias significativas entre los escenarios, particularmente en la distribución de los vientos y la altura de las olas. Sin embargo, los cambios esperados en la salinidad en el medio circundante a la planta desalinizadora no superarían el 1% en promedio, gracias al diseño de los difusores y la dinámica costera, lo que garantiza un proceso efectivo de dilución de la pluma de descarga.

Considerando el efecto del cambio climático sobre el oleaje y la dispersión de la pluma salina, incluso en la peor condición posible, la salinidad solo se verá alterada en un área muy limitada, sin generar afectaciones significativas a los ecosistemas marinos. Al no impactar los ecosistemas de la zona, no se espera una pérdida de resiliencia en los ecosistemas marinos. Los antecedentes presentados por el Titular sobre esta materia se pueden consultar en el Capítulo 3.15 Evolución de cambios climáticos en línea de base y Anexo 1.6. Consideraciones del Cambio Climático, ambos del EIA.

En relación con los impactos a la biodiversidad, tal como ya fue indicado con anterioridad en esta observación, para evitar impactos significativos en la flora y fauna marina, el Titular ha considerado medidas de protección y monitoreo ambiental, entre las que destacan:

- Uso de técnicas controladas de tronadura, minimizando la generación de vibraciones y ondas de choque en el agua.
- Monitoreo del impacto en la biodiversidad marina y terrestre antes, durante y después de la intervención.
- Cumplimiento de normativas ambientales vigentes, asegurando que la intervención se realice con el menor impacto posible.

Además, el Titular ha presentado medidas de ingeniería para evitar efectos en la biodiversidad marina, asegurando que las especies presentes en la zona no sean afectadas por la ejecución del proyecto. El Titular ha reconocido la importancia de la cadena trófica marina en la zona, que incluye desde el fitoplancton y zooplancton hasta especies de interés comercial como corvinas, sargos, moluscos y crustáceos. Sin embargo, debido a la ubicación específica y la metodología de intervención, no se prevé que haya afectaciones significativas a largo plazo en la biodiversidad de la zona. De manera complementaria, se informa que el Titular presentó el CAV "*Protección de la Fauna Marina durante Tronaduras*", cuyo objetivo es evitar la afectación en la fauna marina durante las tronaduras necesarias para la excavación de zanjas (ver Cuadro 7.4 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Además, se presentó el CAV "Protección de la Fauna Marina mediante Cortina de Burbujas durante Tronaduras" cuyo objetivo es "atenuar la propagación del ruido impulsivo generado por las tronaduras submarinas, reduciendo la exposición acústica de la fauna marina potencialmente presente en el área de intervención" (ver Cuadro 7.6 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Si bien no se puede determinar la toxicidad del producto de rechazo y sus impactos en el mar, el proceso de desalación no genera residuos tóxicos ni introduce contaminantes químicos en el medio marino, ya que la salmuera descargada es agua de mar con una concentración de sal levemente mayor a la natural. Es relevante destacar entonces que:

1. Todos los productos utilizados en el pretratamiento y limpieza del sistema son neutralizados antes de ser eliminados.
2. No se descargarán metales pesados, hidrocarburos ni sustancias químicas nocivas al océano.
3. La salmuera tiene un incremento de solo un 5% en la salinidad en la zona inmediata de descarga, lo cual es insuficiente para generar daños en las especies marinas.
4. Los difusores submarinos, la salmuera se mezcla rápidamente con el agua del océano, evitando acumulaciones de alta salinidad.
5. Estudios de dispersión han demostrado que, a pocos metros de la descarga, la salinidad vuelve a niveles naturales, descartando cualquier riesgo para la biodiversidad costera.

Respecto de la posibilidad de que la succión de agua para la desalinizadora afecte a especies marinas, el Titular ha propuesta la implementación de medidas para proteger la biodiversidad local, tales como:

1. La captación de agua opera con una velocidad de ingreso menor a 0,15 m/s, lo que permite que los organismos puedan evitar la succión sin riesgo de atrapamiento.
2. Este estándar cumple con las recomendaciones de la Environmental Protection Agency (EPA) de EE. UU., minimizando el impacto en la fauna marina.
3. El sistema de captación cuenta con rejillas diseñadas para evitar la entrada de organismos grandes y pequeños, reduciendo la afectación en larvas, peces juveniles y otras especies de distintos rangos etarios.
4. Estas rejillas cumplen con los estándares internacionales para proyectos de desalación, garantizando la protección de la biodiversidad.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

5. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.
6. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

En la fase de operación, la principal interacción del Proyecto con el medio marino corresponde a la descarga de salmuera, que es el flujo de agua de mar con una mayor concentración de sales generado por el proceso de desalinización. Al respecto, es importante precisar que la salmuera generada por el proyecto presenta una salinidad que es aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar del sector. Considerando que la salinidad natural es del orden de 34,9 g/L, esto implica que la salmuera alcanza valores cercanos a 36,6 g/L, lo que representa un incremento acotado respecto de las condiciones de base del medio marino.

Con el objetivo de evaluar si esta diferencia puede generar efectos en los organismos marinos, se realizaron estudios de toxicidad con especies representativas. Los resultados indican que no se observan efectos en condiciones naturales del mar, y que los efectos de mayor relevancia en los organismos se presentan recién a salinidades del orden de 44 g/L, es decir, a concentraciones significativamente superiores a las que genera la salmuera del proyecto.

Al comparar estos valores con la salinidad de la salmuera, se observa que esta se encuentra muy por debajo de los niveles en los que se producen efectos en los organismos, lo que permite descartar la ocurrencia de efectos tóxicos asociados al incremento de salinidad. Adicionalmente, en condiciones reales de operación, la salmuera descargada no permanece concentrada, ya que al ingresar al mar se mezcla rápidamente con el agua circundante. Este proceso de dilución ocurre en un área cercana al punto de descarga, reduciendo aún más la salinidad en cortas distancias y evitando que se mantengan concentraciones elevadas en el tiempo o en sectores más amplios.

En este sentido, las condiciones necesarias para generar efectos en organismos marinos no se alcanzan en el área de influencia del proyecto, ni espacial ni temporalmente. Por lo tanto, la descarga de salmuera no genera una alteración relevante en la calidad del agua ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos.

En consecuencia, durante la fase de operación no existen restricciones de acceso al mar, las actividades de pesca, buceo y recolección pueden desarrollarse con normalidad, y las condiciones del medio marino se mantienen comparables a las existentes previamente.

A partir del análisis presentado, es posible evaluar si el proyecto genera efectos sobre las actividades de pesca artesanal, buceo mariscador y recolección de orilla que se desarrollan en el sector de Arenillas Negras:

11. En primer lugar, durante la fase de construcción, las principales interacciones identificadas corresponden a restricciones temporales de acceso al mar en el área donde se ejecutarán las obras. Estas restricciones se deben a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la realización de actividades como trabajos marítimos y tronaduras controladas. No obstante, dichas restricciones presentan características acotadas, tanto en el tiempo como en el espacio. En efecto, se aplican únicamente durante el período en que se desarrollan las obras y se limitan al área directa de trabajo, la cual corresponde a una porción reducida del litoral. Considerando que las actividades de pesca, buceo y recolección se desarrollan a lo largo de toda la costa y no se concentran en un único punto, estas restricciones no impiden la continuidad de dichas actividades en otros sectores cercanos. Asimismo, una vez finalizadas las obras, cesan completamente estas restricciones, permitiendo que el área intervenida vuelva a estar disponible para su uso habitual.

12. Durante la fase de operación del proyecto, no se generan restricciones de acceso al mar, por lo que las actividades pueden desarrollarse con normalidad. En esta fase, la única interacción relevante corresponde a la descarga de salmuera, la que presenta un aumento acotado de salinidad respecto de las condiciones naturales del mar (del orden de un 5%), alcanzando valores cercanos a 36,6 g/L. Estos niveles se encuentran muy por debajo de las concentraciones en las que se generan efectos en organismos marinos, los cuales se presentan recién a valores cercanos a 44 g/L. Adicionalmente, la descarga de salmuera se diluye rápidamente en el medio marino, reduciendo su concentración en un área cercana al punto de descarga y evitando que se mantengan niveles elevados en el tiempo o en sectores más amplios.

Por lo anterior, no se prevé una alteración en la calidad del agua, ni en la disponibilidad de recursos hidrobiológicos, que sustentan las actividades de pesca y recolección, tanto en la fase de construcción, como de operación. En síntesis, el Proyecto:

- No genera una pérdida permanente del acceso al mar;
- No implica la desaparición ni disminución significativa de los recursos hidrobiológicos; y
- No altera las condiciones que permiten el desarrollo de las actividades tradicionales del borde costero.

En relación con la crisis hídrica y la necesidad de actuar con responsabilidad, el Titular ha reconocido que cualquier solución debe estar inserta en un enfoque integral de gestión del agua y este Proyecto es sólo una contribución a la diversificación de las fuentes de agua potable en la región, disminuyendo la presión sobre los acuíferos y otras fuentes tradicionales. En este contexto, el Proyecto viene a ser

una iniciativa que responde a un diagnóstico en que los propios organismos gubernamentales en Chile han reconocido la desalación como la mejor alternativa para enfrentar la crisis hídrica, asegurando un suministro confiable y sostenible de agua en regiones afectadas por la sequía prolongada. Tanto el Ministerio de Obras Públicas (MOP) como el Ministerio de Medio Ambiente han destacado la importancia de la desalación en sus estrategias de adaptación al cambio climático. Por ello, la desaladora busca garantizar el suministro de agua potable en un contexto donde las lluvias son cada vez más escasas y la disponibilidad del recurso es incierta a futuro.

90. Observante: Gian Carlo Riffo Celis

Observación N° 233:

El tema de la instalación de la desaladora influirá en el trabajo (playa Arenillas negras)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada y entendiendo la preocupación sobre cómo la instalación de la planta desalinizadora en la playa Arenillas Negras podría afectar el trabajo de muchas familias que dependen de la pesca artesanal y de los recursos marinos, dado el impacto directo que tiene sobre los medios de subsistencia de la comunidad local, que lleva muchos años viviendo y trabajando en esta zona, el Titular se ha comprometido con asegurar que la instalación de la planta desalinizadora cumpla con un diseño y planificación cuidadosa, además de un enfoque científico que tenga en cuenta tanto el bienestar del ecosistema marino como las actividades económicas locales. A este respecto los estudios realizados y presentados por el Titular han demostrado que el Proyecto implementará mecanismos adecuados para minimizar sus posibles impactos.

Uno de los aspectos más relevantes es la gestión de la salmuera generada durante el proceso de desalación, la que se dispersará en el mar mediante un sistema de difusores submarinos de alta eficiencia. Este sistema aseguraría una rápida mezcla de la salmuera con el agua de mar, lo que hace que las variaciones en la salinidad sean mínimas y localizadas. Además, los antecedentes entregados por el Titular muestran que los incrementos en la salinidad no afectan negativamente a la biodiversidad marina ni a las especies que habitan la zona, como los peces y mariscos que ustedes cosechan.

En cuanto a la pérdida de la Playa Arenillas Negras, se informa que la planta desalinizadora no se ubicará directamente en la playa. La planta se situaría en un sector adyacente a la playa, al sur de la Avenida San Ignacio de Loyola, en una zona con una cota de inundación elevada que protege la infraestructura y permite que las actividades recreativas y de esparcimiento puedan seguir realizándose en el resto de la playa. Durante la fase de construcción, solo una pequeña parte de la playa se verá afectada debido a la instalación de la planta elevadora de agua de mar, que ocupará un volumen mucho menor que la planta de tratamiento principal. Si bien habrá una intervención temporal durante la construcción, esta afectará solo un 2,8% (1.119 m²) de la superficie de la playa, lo que significa que el 97,2% del área seguirá estando disponible para el esparcimiento y el uso de la comunidad. Una vez finalizada la construcción, las actividades recreativas podrán retomarse con normalidad, dentro de los plazos establecidos.

En cuanto al impacto económico del Proyecto, el Titular se ha comprometido y entregado antecedentes que permitan garantizar que no habrá un impacto negativo significativo y permanente

sobre las actividades económicas que realizan los trabajadores marinos y las comunidades locales. En efecto, los estudios técnicos entregados señalan que la descarga de salmuera puede provocar un leve aumento temporal en la salinidad de las áreas cercanas, pero no se esperan efectos adversos permanentes sobre la biodiversidad marina ni alteraciones en los ciclos reproductivos de las especies de interés comercial (ver, por ejemplo, Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales; Anexo 6.1 Suspensión de Sedimentos; y Anexo 6.2 Modelo de la descarga de Salmuera de la Adenda Complementaria). Además, el Proyecto empleará tecnologías avanzadas, como los difusores submarinos, que asegurarán que la salmuera se disperse de manera uniforme, diluyendo gradualmente su concentración y minimizando cualquier impacto ambiental.

Uno de los aprendizajes clave tomado en cuenta es el caso exitoso de la desaladora de Caldera, la cual ha operado bajo condiciones similares y ha demostrado que proyectos de este tipo pueden coexistir armónicamente con las actividades marinas locales. En Caldera, no se han reportado impactos negativos en la pesca artesanal ni en actividades relacionadas con el mar. Además, el monitoreo constante ha garantizado que los parámetros ambientales se mantengan dentro de los límites seguros, lo que respalda la viabilidad de este tipo de proyectos también en Arica, demostrando su compatibilidad con las actividades económicas marinas.

Reconociendo la importancia de la participación de la comunidad en el Proyecto, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento homónimo en la Adenda). Dicho Programa permitirá a la comunidad supervisar las operaciones de la desaladora, garantizando la transparencia del proyecto. También se organizarán talleres y recorridos informativos para mantener a los residentes actualizados, y se establecerá un canal de comunicación permanente para responder cualquier inquietud y recoger retroalimentación.

En cuanto al cumplimiento normativo, el proyecto asegura su total adherencia a las regulaciones vigentes en Chile, como el Decreto Supremo 90/2001, Tabla 5, que regula las descargas de salmuera en cuerpos marinos. Además, en ausencia de regulaciones locales más estrictas, se seguirán estándares internacionales, aplicando las guías australianas para concentraciones de sales en las descargas, garantizando así la protección del ecosistema marino y la salud de las actividades pesqueras (ver Anexo 4 de la Adenda Extraordinaria).

91. Observante: Jose Felipe Lozano Carrasco

Observación N° 234:

El tema de la desaladora influirá en el trabajo (playa arenillas negras)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la afectación a la fuente laboral, se informa que el Proyecto de la planta desaladora no tiene como objetivo eliminar fuentes laborales, sino más bien integrar tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos marinos y garantizar que las actividades económicas, como la pesca y la recolección de mariscos, continúen desarrollándose sin riesgos significativos. El impacto de la planta será temporal y de carácter controlado, y en ningún caso se busca poner en peligro el sustento de las familias que dependen de estas actividades.

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

7. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.
8. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.

Respecto del impacto sobre peces y mariscos, se informa que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de

mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal. Por ello, teniendo en consideración que la descarga de salmuera, que es un subproducto del proceso de desalación, tiene una mayor concentración de sales en comparación con el agua de mar, el Titular ha presentado antecedentes para que dicha descarga sea realizada de forma controlada y segura para así evitar impactos adversos. Algunas de las medidas implementadas incluyen:

1. Captación profunda del agua de mar: El agua se tomará a 24 metros de profundidad, donde no hay alta concentración de organismos sensibles como larvas, lo que minimiza el riesgo de afectación de especies marinas.
2. Sistema de difusores submarinos: Para garantizar una dispersión rápida y uniforme de la salmuera, se empleará un sistema de difusores submarinos, que evitará la acumulación de salinidad en un solo punto y permitirá que la mezcla se diluya de forma efectiva.
3. Ausencia de sustancias tóxicas: La salmuera no contiene productos químicos peligrosos, ya que los compuestos utilizados en el proceso de desalación son completamente neutralizados antes de su descarga al mar.

De manera complementaria, se debe destacar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla.

Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

El Proyecto ha presentado medidas de mitigación ambiental y social para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

En cuanto al impacto económico, para la implementación de este Proyecto, el Titular ha analizado el caso de la desaladora de Caldera, que opera bajo condiciones similares y ha demostrado que la pesca artesanal y las actividades marinas pueden coexistir sin afectaciones significativas; y que estas actividades no han registrado pérdidas en la recolección de mariscos ni en la economía de los trabajadores del mar.

Adicionalmente, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad supervisar de manera transparente las operaciones del proyecto, asegurando que cualquier inquietud sea atendida con base en datos técnicos. Se desarrollarán instancias de diálogo y capacitación, además de medidas de apoyo para fortalecer las actividades económicas locales y garantizar que la comunidad pueda continuar con su estilo de vida sin perjuicio.

Por lo tanto, en base a los estudios técnicos realizados y las estrategias de mitigación implementadas, no se prevé un daño económico grave ni irreparable para las familias que dependen de los recursos marinos.

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetivo garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

4. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
5. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.

6. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

92. Observante: Santiago Jose Lozano Espinoza

Observación N° 235:

El tema de la instalación de la desaladora influirá en el trabajo (playa arenillas negras)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la afectación a la fuente laboral, se informa que el Proyecto de la planta desaladora no tiene como objetivo eliminar fuentes laborales, sino más bien integrar tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos marinos y garantizar que las actividades económicas, como la pesca y la recolección de mariscos, continúen desarrollándose sin riesgos significativos. El impacto de la planta será temporal y de carácter controlado, y en ningún caso se busca poner en peligro el sustento de las familias que dependen de estas actividades.

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

7. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.
8. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.

Respecto del impacto sobre peces y mariscos, se informa que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de

mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal. Por ello, teniendo en consideración que la descarga de salmuera, que es un subproducto del proceso de desalación, tiene una mayor concentración de sales en comparación con el agua de mar, el Titular ha presentado antecedentes para que dicha descarga sea realizada de forma controlada y segura para así evitar impactos adversos. Algunas de las medidas implementadas incluyen:

9. Captación profunda del agua de mar: El agua se tomará a 24 metros de profundidad, donde no hay alta concentración de organismos sensibles como larvas, lo que minimiza el riesgo de afectación de especies marinas.
10. Sistema de difusores submarinos: Para garantizar una dispersión rápida y uniforme de la salmuera, se empleará un sistema de difusores submarinos, que evitará la acumulación de salinidad en un solo punto y permitirá que la mezcla se diluya de forma efectiva.
11. Ausencia de sustancias tóxicas: La salmuera no contiene productos químicos peligrosos, ya que los compuestos utilizados en el proceso de desalación son completamente neutralizados antes de su descarga al mar.

De manera complementaria, se debe destacar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla.

Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

El Proyecto ha presentado medidas de mitigación ambiental y social para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

En cuanto al impacto económico, para la implementación de este Proyecto, el Titular ha analizado el caso de la desaladora de Caldera, que opera bajo condiciones similares y ha demostrado que la pesca artesanal y las actividades marinas pueden coexistir sin afectaciones significativas; y que estas actividades no han registrado pérdidas en la recolección de mariscos ni en la economía de los trabajadores del mar.

Adicionalmente, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad supervisar de manera transparente las operaciones del proyecto, asegurando que cualquier inquietud sea atendida con base en datos técnicos. Se desarrollarán instancias de diálogo y capacitación, además de medidas de apoyo para fortalecer las actividades económicas locales y garantizar que la comunidad pueda continuar con su estilo de vida sin perjuicio.

Por lo tanto, en base a los estudios técnicos realizados y las estrategias de mitigación implementadas, no se prevé un daño económico grave ni irreparable para las familias que dependen de los recursos marinos.

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetivo garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

12. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
13. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.

14. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

93. Observante: Juan Carlos Araya Muñoz

Observación N° 236:

El tema de la instalación de la desaladora influirá en el trabajo (playa arenillas negras)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con la afectación a la fuente laboral, se informa que el Proyecto de la planta desaladora no tiene como objetivo eliminar fuentes laborales, sino más bien integrar tecnologías que permitan el uso sostenible de los recursos marinos y garantizar que las actividades económicas, como la pesca y la recolección de mariscos, continúen desarrollándose sin riesgos significativos. El impacto de la planta será temporal y de carácter controlado, y en ningún caso se busca poner en peligro el sustento de las familias que dependen de estas actividades.

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

15. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.
16. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.

Respecto del impacto sobre peces y mariscos, se informa que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de

mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal. Por ello, teniendo en consideración que la descarga de salmuera, que es un subproducto del proceso de desalación, tiene una mayor concentración de sales en comparación con el agua de mar, el Titular ha presentado antecedentes para que dicha descarga sea realizada de forma controlada y segura para así evitar impactos adversos. Algunas de las medidas implementadas incluyen:

17. Captación profunda del agua de mar: El agua se tomará a 24 metros de profundidad, donde no hay alta concentración de organismos sensibles como larvas, lo que minimiza el riesgo de afectación de especies marinas.
18. Sistema de difusores submarinos: Para garantizar una dispersión rápida y uniforme de la salmuera, se empleará un sistema de difusores submarinos, que evitará la acumulación de salinidad en un solo punto y permitirá que la mezcla se diluya de forma efectiva.
19. Ausencia de sustancias tóxicas: La salmuera no contiene productos químicos peligrosos, ya que los compuestos utilizados en el proceso de desalación son completamente neutralizados antes de su descarga al mar.

De manera complementaria, se debe destacar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla.

Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

El Proyecto ha presentado medidas de mitigación ambiental y social para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

En cuanto al impacto económico, para la implementación de este Proyecto, el Titular ha analizado el caso de la desaladora de Caldera, que opera bajo condiciones similares y ha demostrado que la pesca artesanal y las actividades marinas pueden coexistir sin afectaciones significativas; y que estas actividades no han registrado pérdidas en la recolección de mariscos ni en la economía de los trabajadores del mar.

Adicionalmente, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad supervisar de manera transparente las operaciones del proyecto, asegurando que cualquier inquietud sea atendida con base en datos técnicos. Se desarrollarán instancias de diálogo y capacitación, además de medidas de apoyo para fortalecer las actividades económicas locales y garantizar que la comunidad pueda continuar con su estilo de vida sin perjuicio.

Por lo tanto, en base a los estudios técnicos realizados y las estrategias de mitigación implementadas, no se prevé un daño económico grave ni irreparable para las familias que dependen de los recursos marinos.

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetivo garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

20. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
21. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.

22. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

94. Observante: Juan Alberto Leyton Delgado

Observación N° 237:

El impacto significativo ambiental va a perjudicar en la contaminación. Tengo familiares en Tongoy, hay una planta desalinizadora que ha dejado desastres ecológicos por kilómetros Desastres ecológicos al ecosistema ya no se puede trabajar.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Entendiendo la preocupación sobre los posibles impactos ambientales de la desalinizadora e inquietudes sobre cómo el Proyecto podría afectar el ecosistema marino y las actividades productivas de la zona, se informa que si bien no existe una planta desalinizadora en Tongoy, sí hay un emisario submarino en la Bahía de Tongoy que proviene de una descarga de una planta de aguas servidas, cuyo residuo tiene asociados otra composición química y biológica, producto de una serie de procesos muy distintos a los que se realizan en una desaladora. En efecto, la salmuera (producto de una desaladora) se compone principalmente de sales minerales ligeramente más concentrado que el mar, mientras que la descarga de aguas servida es un compuesto más complejo, puede tener grasas, aceites, metales pesados y cloro residual, lo cual dependerá del agua servida tratada, lo cual puede ser muy variable. Por esta razón ambos residuos no son comparables. La salmuera es bastante más inocua que una descarga de aguas servidas por tener una composición muy parecida al agua de mar.

Por lo anterior, es importante tener en cuenta de que cada planta desalinizadora opera en condiciones únicas, dependiendo de factores como corrientes marinas, batimetría, tipo de captación y métodos de descarga de salmuera. En el caso de este Proyecto, el Titular ha presentado antecedentes respecto de la incorporación de tecnologías avanzadas y estándares ambientales que minimizarán un posible impacto negativo en el ecosistema marino.

Se debe tener en cuenta que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal. Por ello, teniendo en consideración que la descarga de salmuera, que es un subproducto del proceso de desalación, tiene una mayor concentración de sales en comparación con el agua de mar, el Titular ha presentado antecedentes para que dicha descarga sea realizada de forma controlada y segura para así evitar impactos adversos. Algunas de las medidas implementadas incluyen:

23. Captación profunda del agua de mar: El agua se tomará a 24 metros de profundidad, donde no hay alta concentración de organismos sensibles como larvas, lo que minimiza el riesgo de afectación de especies marinas.
24. Sistema de difusores submarinos: Para garantizar una dispersión rápida y uniforme de la salmuera, se empleará un sistema de difusores submarinos, que evitará la acumulación de salinidad en un solo punto y permitirá que la mezcla se diluya de forma efectiva.
25. Ausencia de sustancias tóxicas: La salmuera no contiene productos químicos peligrosos, ya que los compuestos utilizados en el proceso de desalación son completamente neutralizados antes de su descarga al mar.

De manera complementaria, se debe destacar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla. Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

El Proyecto ha presentado medidas de mitigación ambiental y social (Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria) para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

95. Observante: Hugo Emilio Leyton Delgado

Observación N° 238:

Con la planta desaladora va a aumentar la sal de 34 gramos/litro a 68 gramos/litro. El químico va al agua y va a afectar el trabajo en lo económico y social.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto del aumento de la salinidad de 34 g/L a 68 g/L, se informa que la salmuera descargada no duplicará la salinidad del mar. La afirmación de que la salinidad pasará de 34 g/L a 68 g/L no es correcta, debido a que el agua de mar en Arica tiene una salinidad natural de aproximadamente 34 g/L y la salmuera generada por la planta tendrá un aumento del 5% en la zona inmediata de descarga, lo que equivale a aproximadamente 36 g/L en un área muy localizada. Esta salmuera se diluye rápidamente con la acción de los difusores y las corrientes marinas, volviendo a los niveles naturales en pocos metros.

Respecto que los químicos del proceso afectarán el agua y la biodiversidad, se informa que el Proyecto no verterá químicos peligrosos al mar y los productos utilizados en la limpieza de membranas se neutralizarán antes de ser eliminados, además de que la salmuera descargada solo contiene sales y minerales ya presentes en el mar. Además, la descarga debe cumplir con la Tabla 5 del DS 90/2000, que regula los vertidos al mar, asegurando que la salmuera sea inocua para el ecosistema.

De manera complementaria, se informa que la línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

26. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:

27. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
28. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
29. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (*Otaria flavescens*)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de*

las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en	Número de individuos	Tipo de registro	Estadode conservación

		el área del proyecto?	observados		
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

30. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
31. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
32. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar

al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta

configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

33. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
34. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

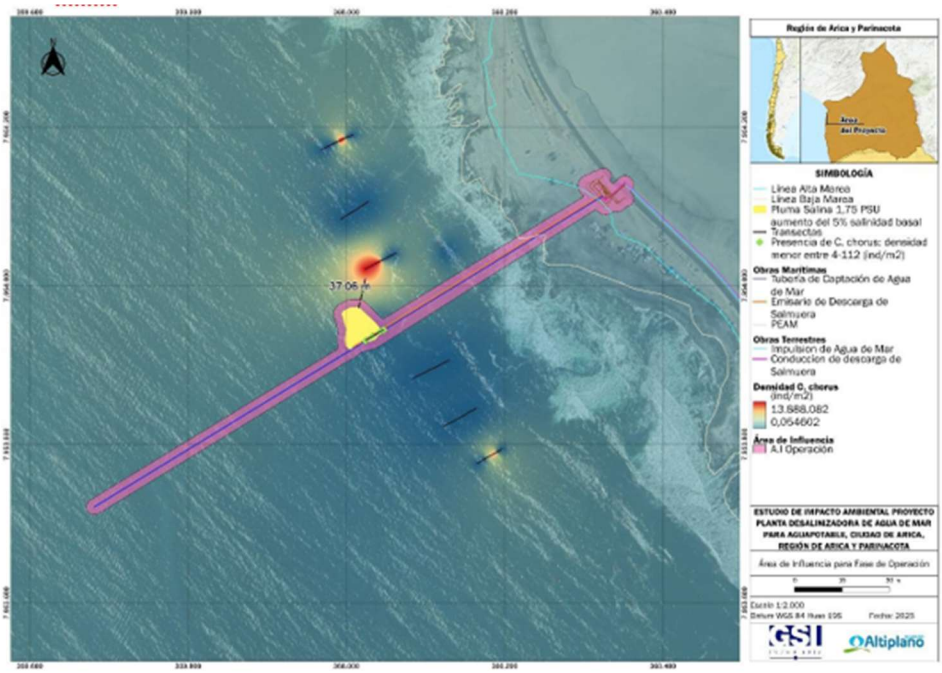
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área

corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    46. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    47. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    48. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    61. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    62. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    63. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.

12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

96. Observante: Jorge Antonio Sandro Contreras Muñoz

Observación N° 239:

Succión: Que efectos de temperatura tiene el trayecto por 100 metros de tubería a alta presión y que efectos tiene en organismos plantónicos submarinos y pelágicos existentes (en el fondo y superficie)

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

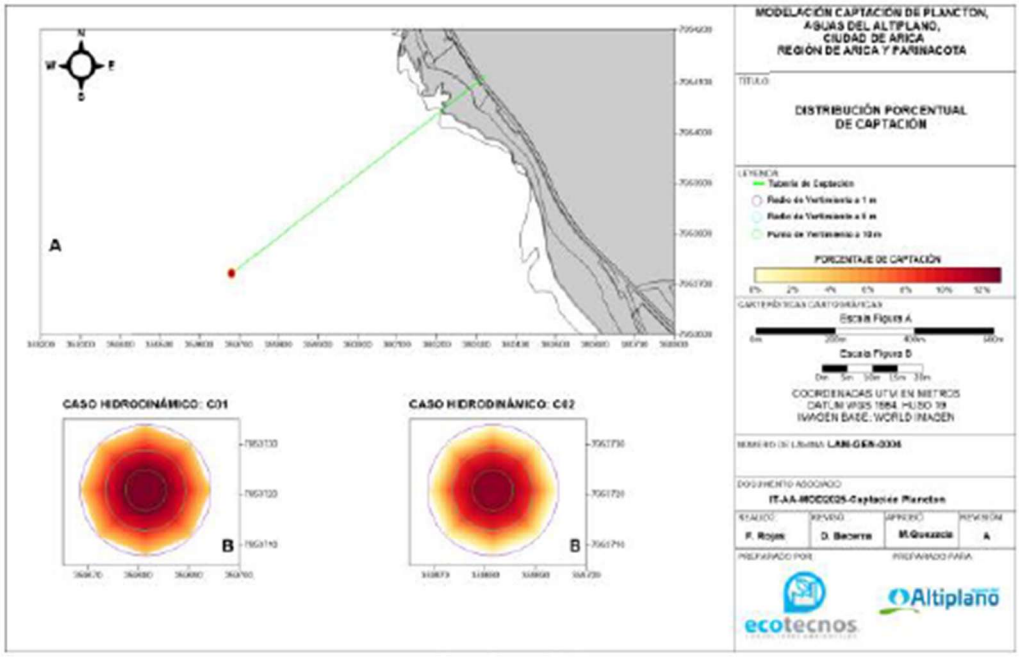
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies

con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 240:

Descarga: A que temperatura será expulsada la salmuera y que efectos tendrá con los organismos plantónicos existentes en el fondo o lecho marino

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos. En este sentido, si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona, en tanto es emitida con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante, la que presentó una temperatura promedio de 17°C en verano y de 14,9°C en invierno, de acuerdo con el Capítulo 3.7 del Estudio de Impacto Ambiental. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos

indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Adicionalmente, en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional se establece un Plan de Vigilancia Ambiental, como parte de los compromisos ambientales voluntarios, que tiene como objetivo definir los procedimientos para monitorear las condiciones ambientales del Proyecto, permitiendo garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas. Para la pluma salina se controlarán temperatura, salinidad/conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de determinar la fiabilidad de los modelos de pluma salina y de sedimentos para que estos no superen los impactos definidos en el estudio.

Observación N° 241:

Descarga: que efectos físicos tendría la salmuera combinada con otros químicos d limpieza al ser expulsado el chorro de mayor a menor. ¿esta se solidifica o solo se hace más pesada?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En este sentido, no existirían efectos físicos que deriven de la combinación de la salmuera con los químicos utilizados por el Proyecto. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente. Así, de acuerdo a lo señalado en la Parte 12 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, la salmuera no se solidifica. Al ser más salada que el agua del mar, es más densa y puede hundirse inicialmente, pero la planta cuenta con un sistema de difusión submarino que permite que la salmuera se mezcle adecuadamente con el agua de mar, disminuyendo su densidad y evitando concentraciones elevadas en un solo lugar.

Particularmente, respecto a la mantención de los difusores del emisario submarino, en la parte 7 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, se señala que se realizará una inspección anual de los difusores para garantizar su correcto funcionamiento. Cualquier reparación o mantenimiento se lleva a cabo bajo protocolos específicos que minimizan el impacto en el medio marino fuera del agua quitando los difusores fallidos lampeándolos en la PTOI fuera del mar, donde se limpian mecánicamente y, si es necesario, químicamente. Y los residuos que puedan existir sobre esta mantención serán almacenados transitoriamente para ser enviados a lugares autorizados para disponerlos de forma segura.

Observación N° 242:

5%más de salinidad: los titulares afirman que la descarga será del 10% y la zona que afectará será de 1.5 kilómetros, que en porcentaje de salinidad tendrá a los 3 km y ¿qué estudio garantiza que llegará a menos del 5% máximo permisible o tolerable?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino

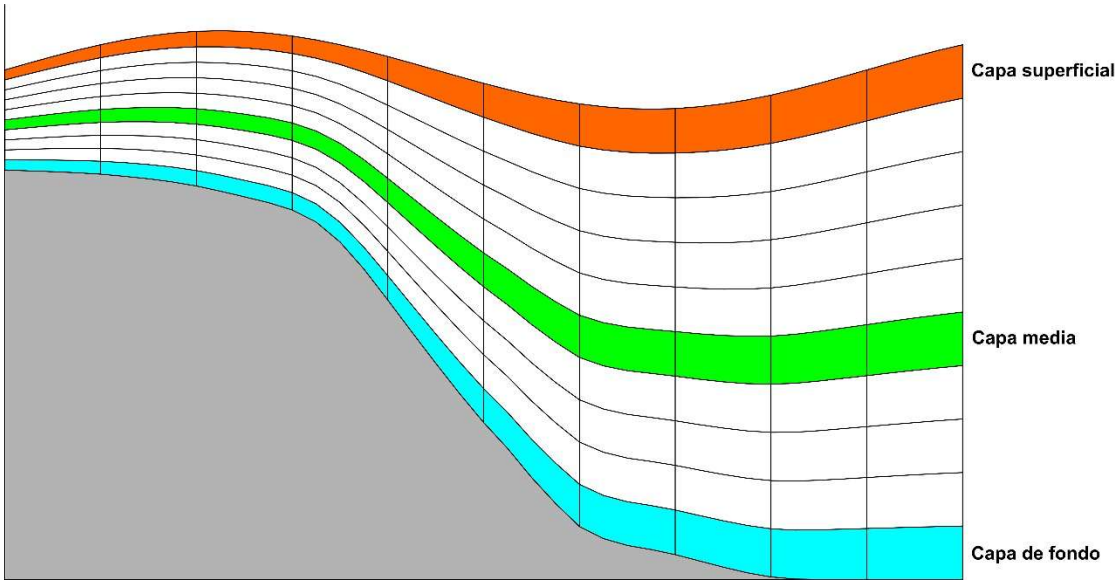


Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En relación con el aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Para el desarrollo del modelo de descarga de salmuera se utilizó una metodología que considera la configuración de un modelo hidrodinámico. Para la realización de la modelación y posterior explotación de la herramienta numérica, se construyó una malla de 4.404 elementos y 2.330 nodos. El dominio utilizado abarcó profundidades desde 400,0 m hasta 0,0 m respecto del NRS, como se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Descripción de las capas consideradas del sistema de coordenadas sigma



Fuente: Figura 2-4, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

Posteriormente, se realizó una modelación hidrodinámica de la situación base de la hidrodinámica 3D del sector de estudio de un año típico con las cuatro estaciones. En cada uno de ellos se incorporaron las variables de oleaje, mareas, vientos, temperatura del mar, salinidad del mar, radiación solar, humedad relativa y temperatura ambiente.

Posteriormente, se realizó una modelación de campo cercano, que busca conocer la salinidad que la descarga incorporará al medio marino debido a la operación de la planta de desalinización asociada al proyecto de Aguas del Altiplano, realizando un un set simulaciones hidrodinámicas las que se construyeron a partir de la combinación de distintos casos de corrientes y sobre las que se incorporó la operación de la descarga de salmuera proyectada.

La construcción de los casos se realizó mediante la siguiente discretización:

13. Direcciones de la corriente, entre 0° a 345° cada 22,5°, lo que implica 16 casos.
14. Magnitudes de la corriente, entre 0,001(≈0) m/s a 0,3 m/s cada 0,05 m/s, implicando 7 casos.
15. Características de la columna de agua: Invierno y verano.
16. Características de la descarga especificadas por el cliente, mencionadas en la sección 2.2.6 del Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria.

Finalmente, se realiza un acople entre los resultados del campo cercano al campo lejano, se aplicó una metodología basada en la simulación fuera de línea, basándose en los supuestos que se indican a continuación:

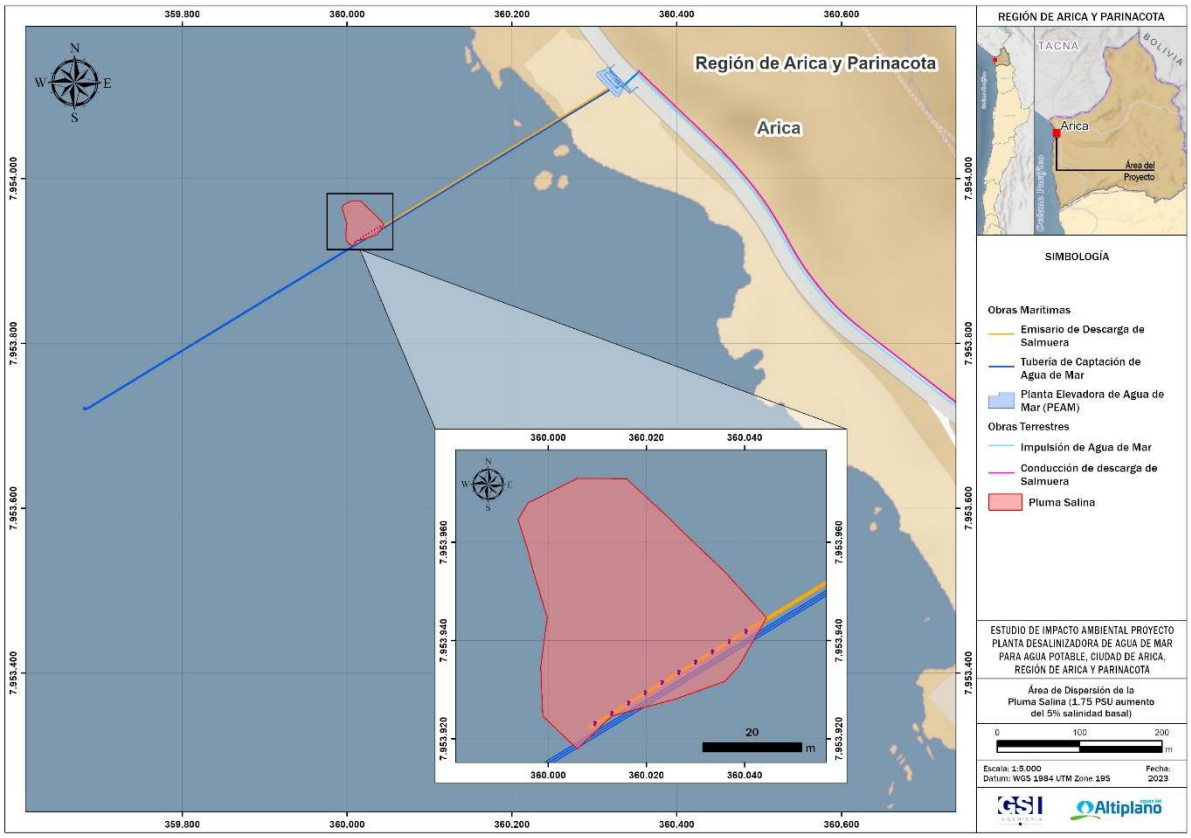
17. El campo cercano es esencialmente un problema de capa límite, de tal modo que la abertura lateral, es mucho menor que la longitud que la pluma recorre.
18. Las velocidades de la descarga son mucho mayores que las del medio marino, de tal modo que la advección impuesta por el campo lejano, solo es de interés cuando el chorro se detiene.

19. La escala de tiempo en la cual ocurren los procesos de mezcla de campo cercano, es muy diferente en comparación a los cambios de velocidad del medio marino.

Luego de definir las funciones de transferencia de salinidad y mediante el esquema de acople propuesto, se construyeron las condiciones de borde vinculadas a los términos fuente provenientes de los puntos de descarga desde la planta de desalinización, para ambas fases analizadas.

A continuación, se presentan los resultados del área de dispersión considerando la modelación presentada en detalle en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria.

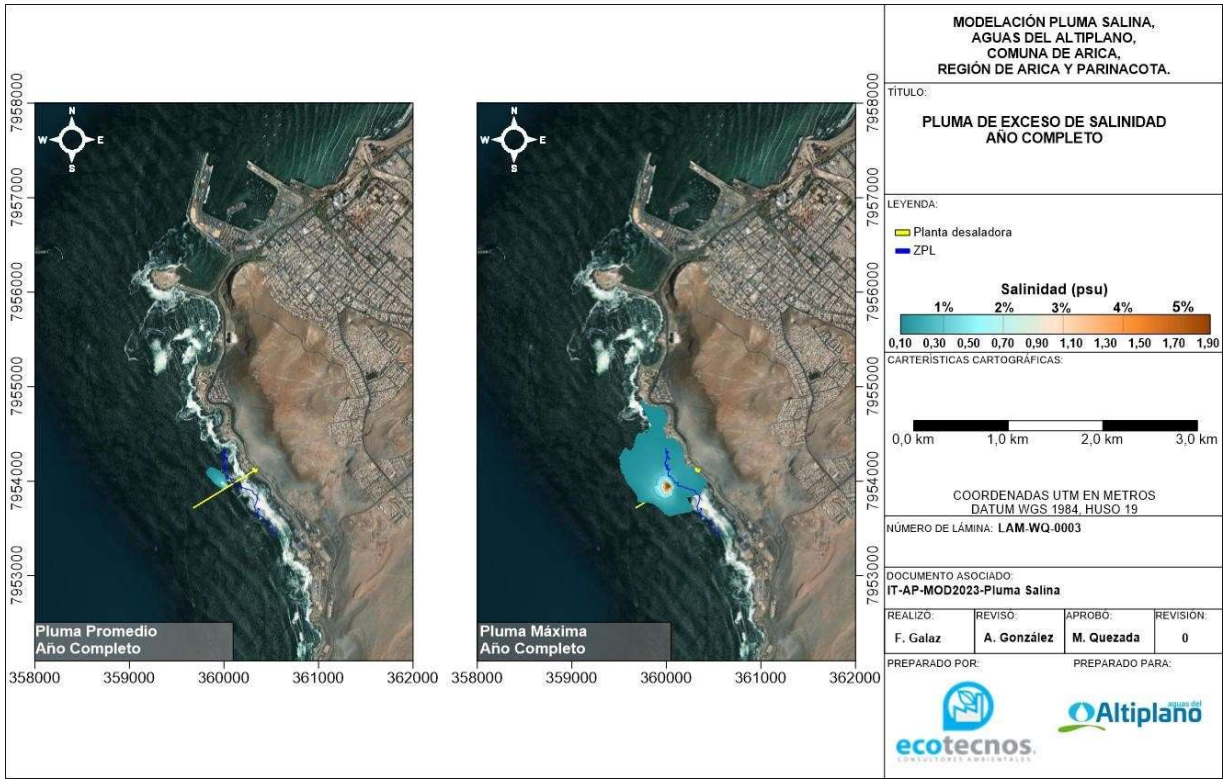
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo. En este sentido, a 3 km de distancia, la salinidad estará completamente normalizada, sin diferencias medibles con respecto al agua de mar original.

Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Finalmente, en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional se establece un Plan de Vigilancia Ambiental, como parte de los compromisos ambientales voluntarios, que tiene como objetivo definir los procedimientos para monitorear las condiciones ambientales del Proyecto, permitiendo garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección mediante medidas adecuadas. Para la pluma salina se controlarán temperatura, salinidad/conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de determinar la fiabilidad de los modelos de pluma salina y de sedimentos para que estos no superen los impactos definidos en el estudio. En este sentido, Se deberá efectuar un seguimiento de las variables y matrices seleccionadas durante un periodo mínimo de 5 años, con el fin de verificar la predicción de impactos realizados en el marco de la EIA, cuya propuesta se presenta a continuación.

Tabla. Propuesta de Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), Fase de Operación

Matriz Ambiental	N° Estaciones	Estación	Variable	Frecuencia Muestreo
Pluma Salina de descarga	22	E-Descarga (1-20) EM-2 (Control) EM-6 (Control)	**Parámetros Físico - químicos** 20. Temperatura 21. Salinidad (Conductividad) 22. Oxígeno Disuelto	**Trimestral** Por un periodo de 2 años **Semestral** los posteriores 3 años
Columna de Agua	19	EC-C EM-2 EM-3 EM-4 EM-5 EM-6 EM-8 EM-9 EM-10 E-1 E-2 E-3	**Parámetros Físico - químicos** 23. Temperatura 24. Salinidad (Conductividad) 25. Densidad 26. Transparencia (Secchi) 27. Oxígeno Disuelto 28. pH 29. Turbidez 30. Potencial redox 31. Volumen Descarga Diario	**Trimestral** Por un periodo de 2 años **Semestral** los posteriores 3 años

Matriz Ambiental	N° Estaciones	Estación	Variable	Frecuencia Muestreo
		E-4 E-5 E-6 E-7 EC-N EC-S ES	32. Volumen Descarga Mensual **Parámetros Químicos (a medir en dos profundidades: superficie y fondo)** 33. Sólidos suspendidos totales 34. Sólidos sedimentables 35. Nitrógeno total 36. Cloro libre residual 37. Hidrocarburos Totales 38. Hidrocarburos Volátiles 39. Hidrocarburos Fijos 40. Compuestos fenólicos 41. Clorofila a **Parámetros Físico – Químicos** 42. Temperatura 43. PH 44. Potencial redox **Parámetros Químicos** 45. Granulometría 46. Materia Orgánica total	
Sedimentos Submareales				**Semestral** Por un periodo de 5 años

Matriz Ambiental	N° Estaciones	Estación	Variable	Frecuencia Muestreo
			47. Carbono orgánico total	
			48. Fosfatos	
			49. Nitrógeno	
			50. Hidrocarburos totales	
			51. Arsénico	
			52. Cadmio	
			53. Cromo	
			54. Cobre	
			55. Mercurio	
			56. Plomo	
Comunidades Bentónicas submareales de fondo blando			57. Abundancia	
			58. Biomasa	
			59. Índice Ecológicos	
Comunidades Bentónicas Submareales de Fondos Duros		T-1	60. Curvas ABC	
		T-2	61. Análisis Clasificatorio	
		T-3		
		T-4	62. Análisis Ordenamiento	**Semestral** Por un periodo de 5 años
		T-5		
	12 Transectas (Intermareales y Submareales	T-6		
Comunidades Bentónicas Intermareales de Sustratos Duros		T-7		
		T-8		
		T-9		
		T-10		
		T-11		

Matriz Ambiental	N° Estaciones	Estación	Variable	Frecuencia Muestreo
		T-12		
Comunidades Fitoplancton		EC-C EM-2 EM-3 EM-4 EM-5 EM-6 EM-8 EM-9 EM-10	63. Número de Especies 64. Abundancia 65. Índice Ecológicos 66. Análisis Clasificatorio 67. Análisis Ordenamiento 68. Determinación Pérdida Adulto Equivalente (AEL)*	**Trimestral** Por un periodo de 2 años
Comunidades Zooplancton	19	E-1 E-2 E-3 E-4 E-5 E-6 E-7 EC-N EC-S ES		**Semestral** los posteriores 3 años
Bancos Naturales de Recursos Hidrobiológicos	7 Transectas	T-1 (BN) T-2 (BN) T-3 (BN) T-Eje T-4 (BN)	69. Abundancia 70. Densidad 71. IPBAN / IPBANMAX	**Semestral** Por un periodo de 5 años

Matriz Ambiental	N° Estaciones	Estación	Variable	Frecuencia Muestreo
Avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos	5 Estaciones + Track Marítimo	T-5 (BN) T-6 (BN) AM-1 AM-2 AM-3 AM-4 AM-5	72. Número de Especies 73. Abundancia	**Semestral** Por un periodo de 5 años
Fauna Íctica	12 Transectas (Intermareales y Submareales	T-1 T-2 T-3 T-4 T-5 T-6 T-7 T-8 T-9 T-10 T-11 T-12	74. Monitoreo de Pesca Submarina con vehículo de operación remota (ROV).	**Semestral** Por un periodo de 5 años
Inspección Submarina a las Cañerías de Captación de Agua de Mar y Descarga	75. Inspección Visual 76. Filmación submarina	Track Submarino	77. Verificación Hermeticidad. 78. Verificación estado de la infraestructura. 79. Verificación estado y 80. funcionamiento de portas.	**Anual**

Matriz Ambiental	N° Estaciones	Estación	Variable	Frecuencia Muestreo
Ingreso de Especies Hidrobiológicas	Cámara de video submarina estacionaria	Interior de la sentina de captación	81. Ingreso de especies hidrobiológicas objeto de seguimiento a través de la torre de captación	**Continuo**
Velocidad de succión	-	Sensor instalados en las cañerías de impulsión de la planta	82. Caudal de succión 83. Diámetro de la captación	**Continuo**

Fuente: Cuadro 5.1, Anexo 5.4, Adenda Excepcional.
*: Estación al interior de la sentina

Los Informes Técnicos con los resultados y análisis de laboratorio respectivo, cumplirán con la normativa establecida en la Resolución Exenta Nº223/2015 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental.

Además, se hará cumplir con lo dispuesto en la Resolución Exenta N°894/2019, que Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento del componente ambiental agua.

Estos informes serán entregados a la Superintendencia del Medio Ambiente, a través del sistema de seguimiento ambiental, durante las fases de Construcción y Operación del Proyecto, en un plazo de 60 días hábiles a partir de la finalización de las campañas de muestreo semestrales.

Observación N° 243:

De los pelágicos: en el sector de Arenillas Negras se encuentra en la ruta de la anchoa filtradora y en 1° eslabón del equilibrio ecológicos (de los peces y pelágicos en el cual es más grande se come al más chico) con lo cual queda demostrada la rica fuente planctónica existente en la zona, la cual da pie a otro sistema ecológico submarino, de filtradores como son las pulguillas en la orilla arenosa, las almejas en sustratos pedregosos, los piures , choros, chorillos en sustrato rocoso donde habitan todo tipo de crustáceos en desarrollo que son fuente de alimento por peces tales como la borrachilla, chalicos, Tomoyos, Pintachas, San Pedro, Hachas, pejerreyes y otros formando una cadena alimentaria invaluable. Los individuos planctónicos unicelulares se subdividen en dos grandes grupos: zooplancton y fitoplancton, este último da pie a la formación de lomas de diferente pigmentación en las cuales se desarrollan otro tipo de organismos, moluscos, univalvos, tales como lapas (en sus diferentes tipos y hábitos alimenticios) caracol negro, caracol zebra, locales y locos. Los equilibrios ecológicos marinos ya nos han demostrado lo sensibles que son responden inmediatamente a los cambios tales como luminosidad, temperatura, y salinidad. Dicho esto, una

desaladora solo va a crear un desorden ecológico de proporciones e irreparable daño al ecosistema orgánico que todavía existe.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En primer lugar, se debe señalar que el Titular reconoce la existencia de distintas especies en la Línea de Base (LB) de Ecosistemas Marinos, que se presenta en los Anexos 3.14 y 3.21 de la Adenda, con campañas de 2025 y 2017-2018 respectivamente. En este sentido, a continuación, se presentan las especies encontradas en las distintas campañas.

Respecto al zooplancton, en la En la LB Verano 2025 se reporta riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³.

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton

Especie (nombre científico)	**Nombre común**	**Grupo**	**Abundancia (ind./100 m³)**	**Observación**
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
Huevos de Engraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvas de choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Fuente: Tabla 1, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al desove, En el área estudiada se detectó reproducción normal del ecosistema marino, pero no una zona concentrada o crítica de desove.

En la zona intermareal, que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025). Respecto del intermareal rocoso, se identifican las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**	**Tipo**	**Presencia relativa**
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Adherido	Media
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Adherido	Baja–media
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Móvil	Media

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Fijo	Media
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Móvil	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Fija	Baja–media (sector submareal cercano)
Rhodophyta spp.	Algas rojas	Algas	Fijas	Baja
Annelida spp.	Gusanos marinos	Anélidos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En el intermareal arenoso, por otra parte, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Fuente: Tabla 3, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto a la comunidad submareal, se registran las siguientes especies:

Tabla. Especies bentónicas registradas

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada
Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Fuente: Tabla 4, Anexo 15, Adenda Complementaria.

En cuanto a mamíferos marinos, se identifican la ballena jorobada *(Megaptera novaeangliae),* el lobo marino común *(Otaria flavescens),* y el chungungo o nutria marina *(Lontra felina).*

Por otra parte, en la LB 2017-2018 se registró el avistamiento de la tortuga verde *(Chelonia mydas),* que se encuentra en peligro.

Respecto a la ictofauna, en la Tabla a continuación se presentan las especies de peces observados en el área de estudio.

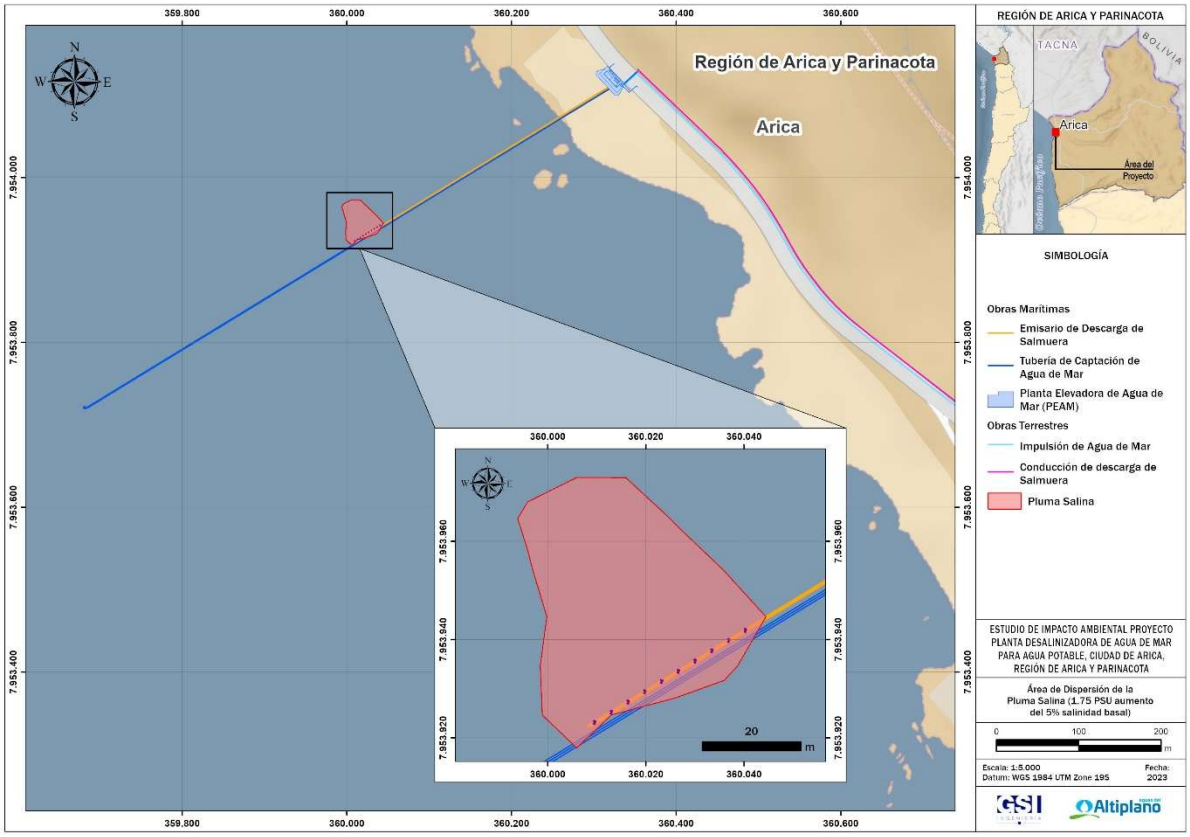
Tabla. Especies de peces observados en el área de estudio. Línea de base Aguas del Altiplano, Arica

Nombre científico	**Nombre común**	**Grupo**
Doydixodon Laevifrons	Baunco	9
Cheilodactylus variegatus	Bilagay	126
Prolatilus jugularis	Blanquillo	12
Scartichthys viridis	Borrachilla	6
Nexilosus latifrons	Castañeta de altura	4
Aplodactylus punctatus	Jerguilla	19
Paralichthys adspersus	Lenguado	1
Pinguipes chilensis	Rollizo	35
Sebastes oculatus	Cascajo	4
Total abundancia		**216**

Fuente: Tabla 3-10, Anexo 3.14, Adenda.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

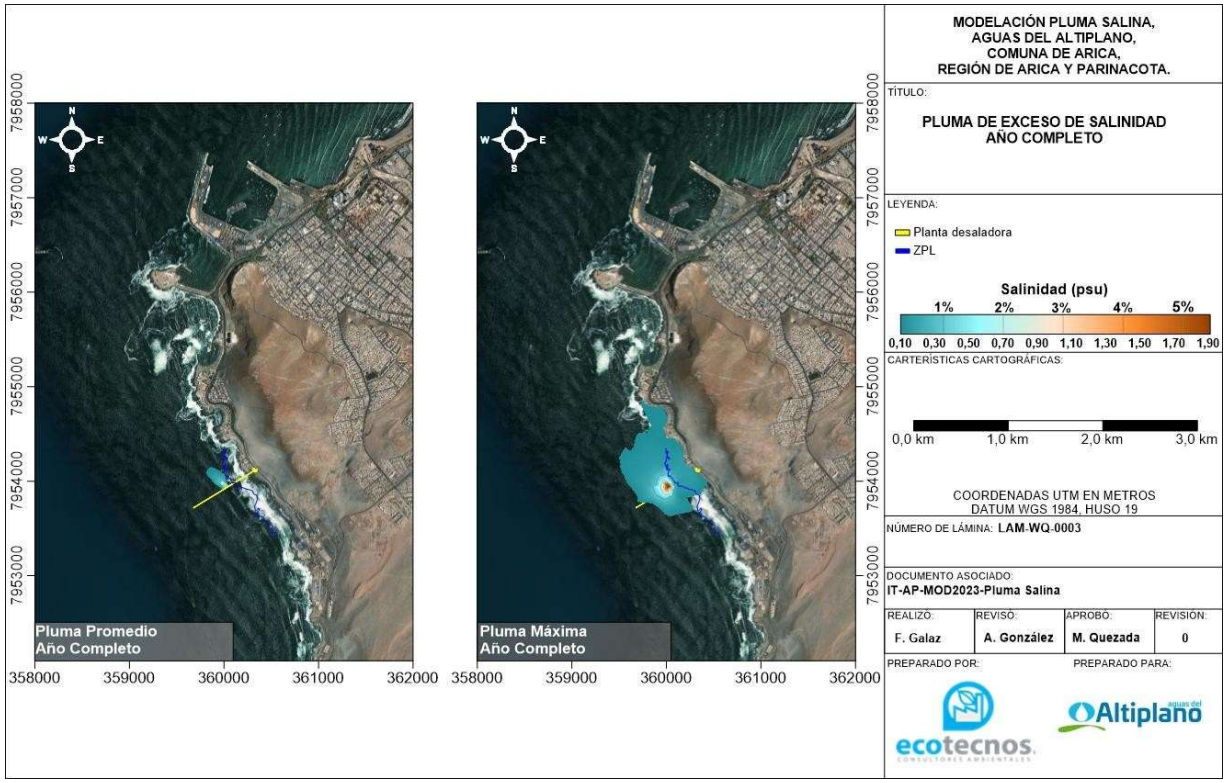
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados, de acuerdo a lo señalado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria:

84. LC50 (48 h) en *Tisbe longicornis*: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas).

85. EC50 (96 h) en *Isochrysis galbana*: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de la descarga. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de luminosidad, temperatura o salinidad de la zona, con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Adicionalmente, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional se reconoce que en el área de influencia del proyecto Planta Desalinizadora de Agua de Mar para Agua Potable, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota se desarrollan actividades productivas vinculadas al uso directo de recursos naturales marinos, particularmente pesca artesanal, recolección de orilla, buceo apnea y extracción bentónica, constituyendo prácticas relevantes dentro del sistema de vida de grupos humanos asociados al borde costero regional.

97. Observante: Maria Magdalena Navarro Ruiz

Observación N° 244:

¿Qué efectos significativos van a suceder en la playa Arenillas Negras con el proyecto de la desaladora que quiere instalar aguas del altiplano?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección **Suelo**, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las

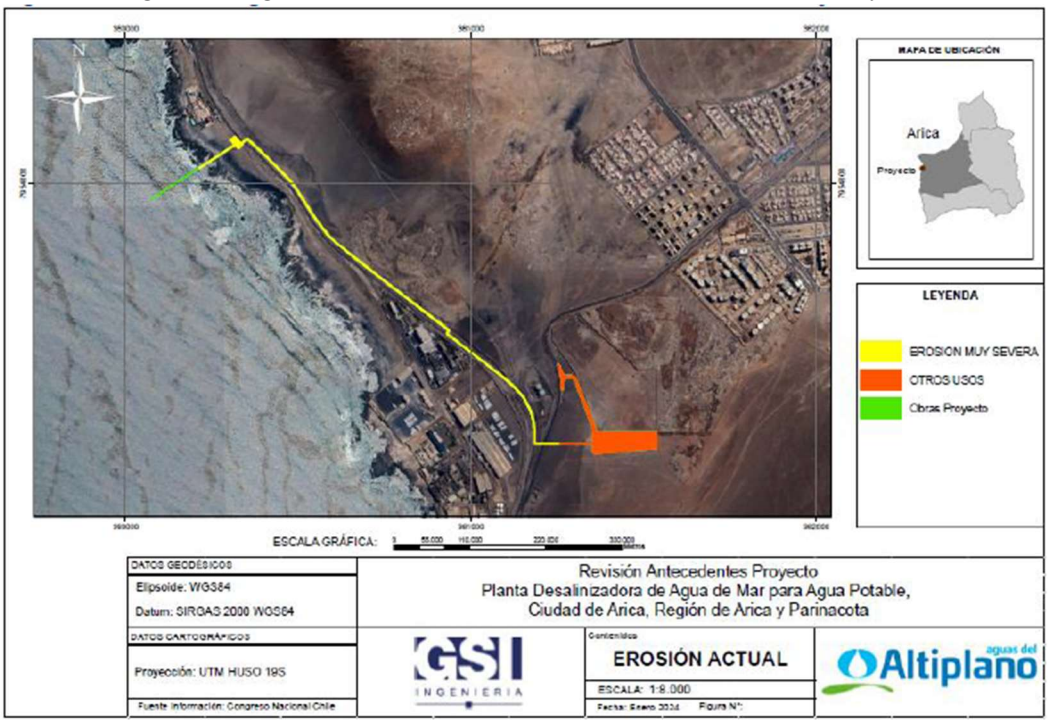
terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Figura: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

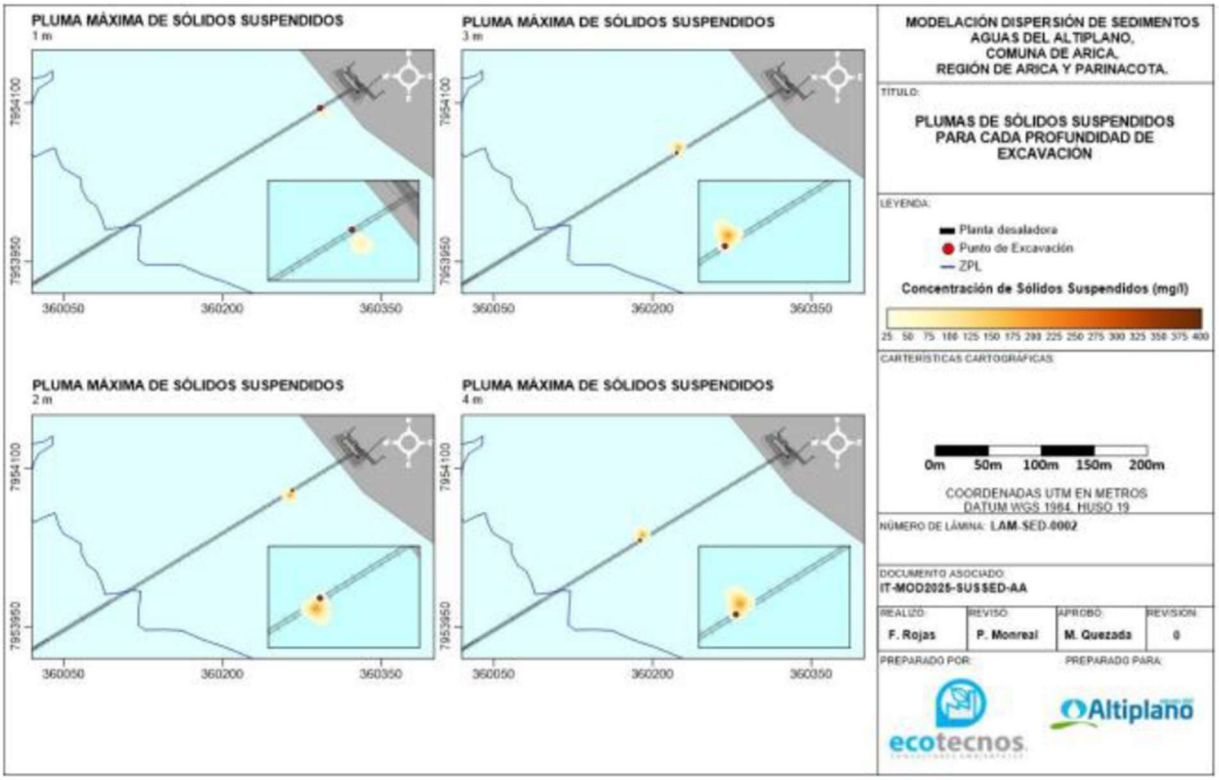
Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

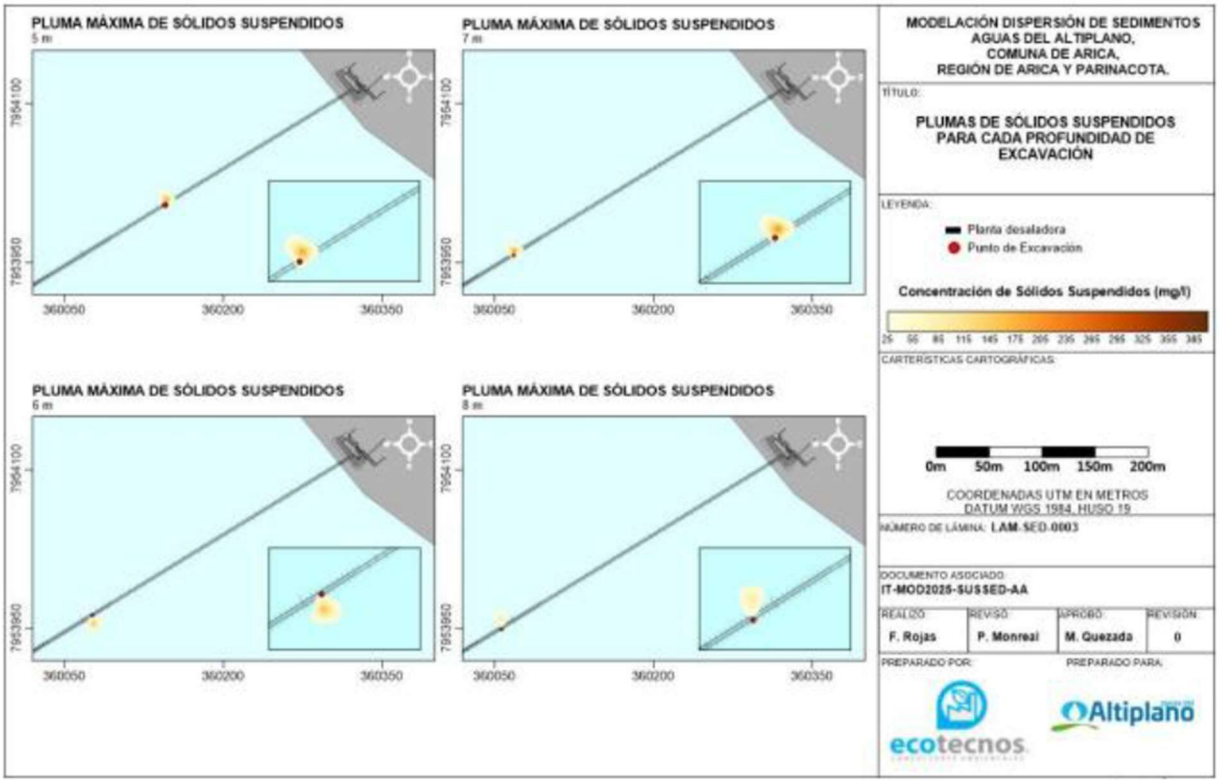
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m^2	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad “Áreas desprovistas de vegetación” con un el 67,0%, seguida con “Áreas urbanas e industriales” con un 28,3%; finalmente “camino público” con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*"

emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más

comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula atra*, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y

el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada "Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)".

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico50

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la

50 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual51

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

86. 29,5 [m] para actividades de perforación;

87. 34,3 [m] para actividades de dragado;

88. 533 [m] para actividades de embarcación;

89. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

90. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos

51 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

91. 2 [m] para actividades de perforación;

92. 3 [m] para actividades de dragado;

93. 11 [m] para actividades de embarcación;

94. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

95. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

96. 613,17 [m] para actividades de perforación

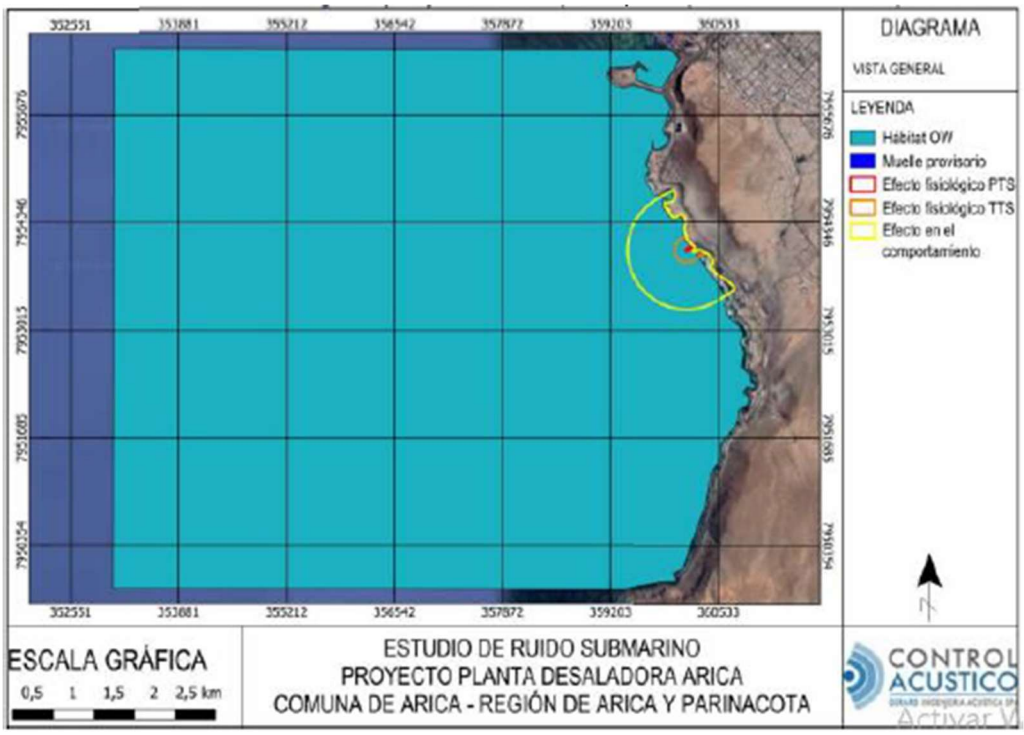
97. 730,36 [m] para actividades de dragado;

98. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

99. 3094 [m] para actividades de tronaduras

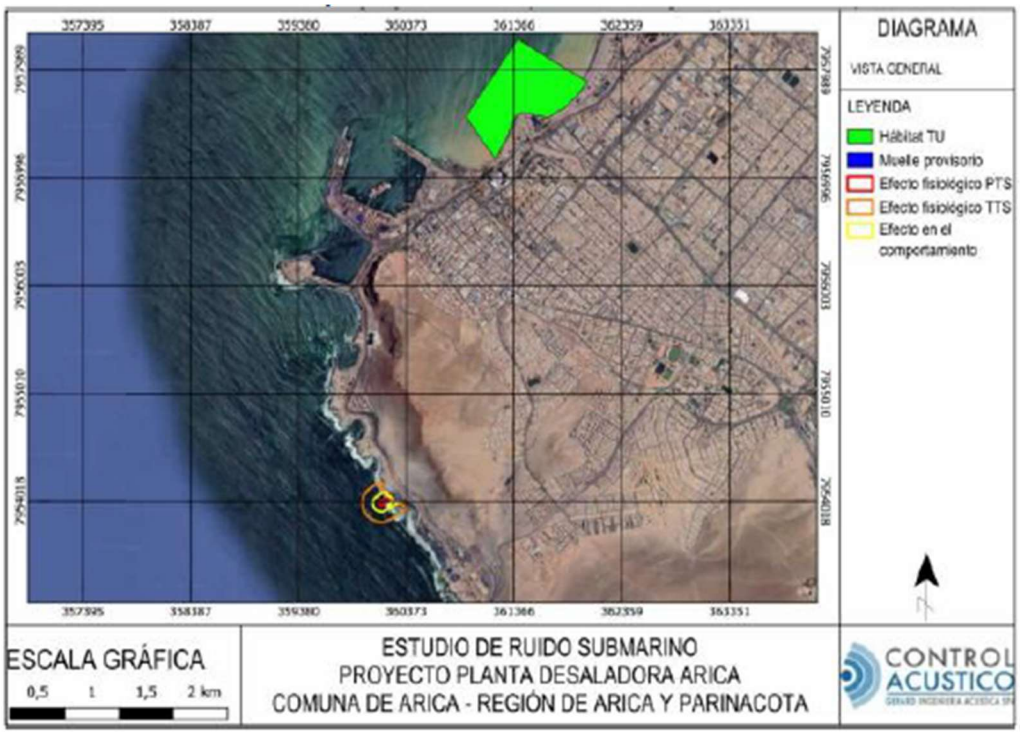
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



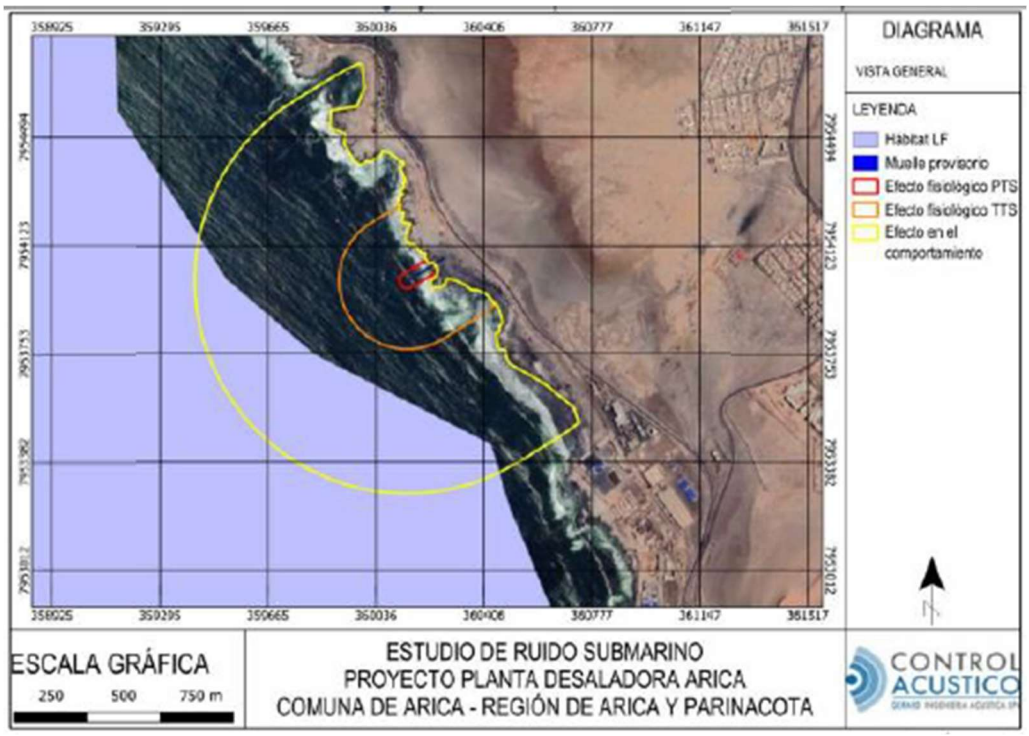
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

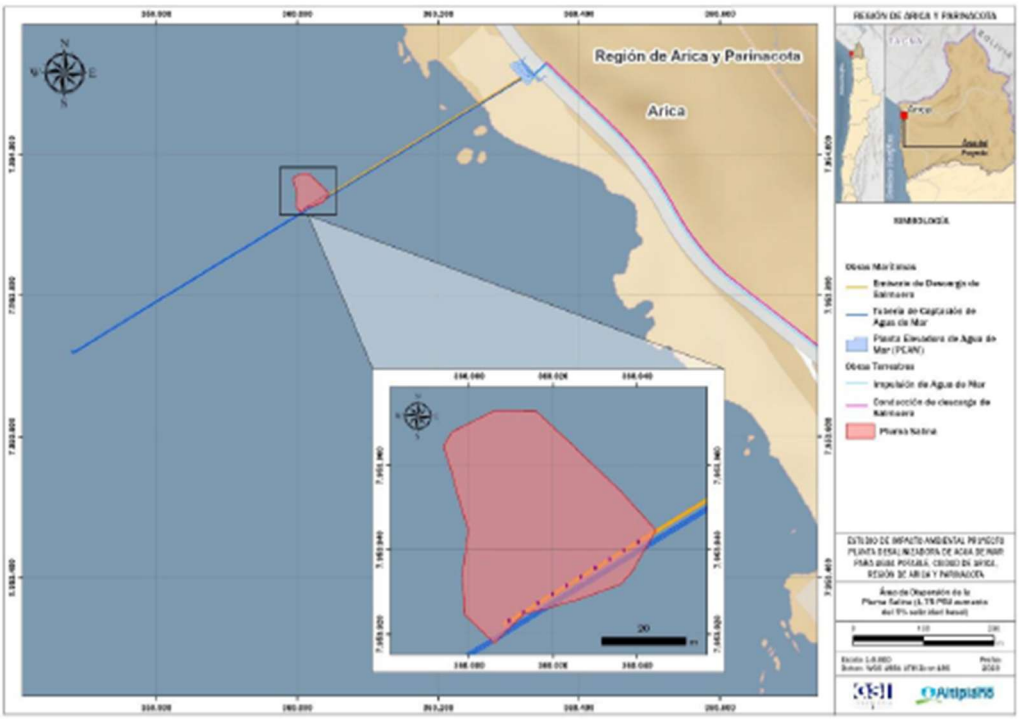
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

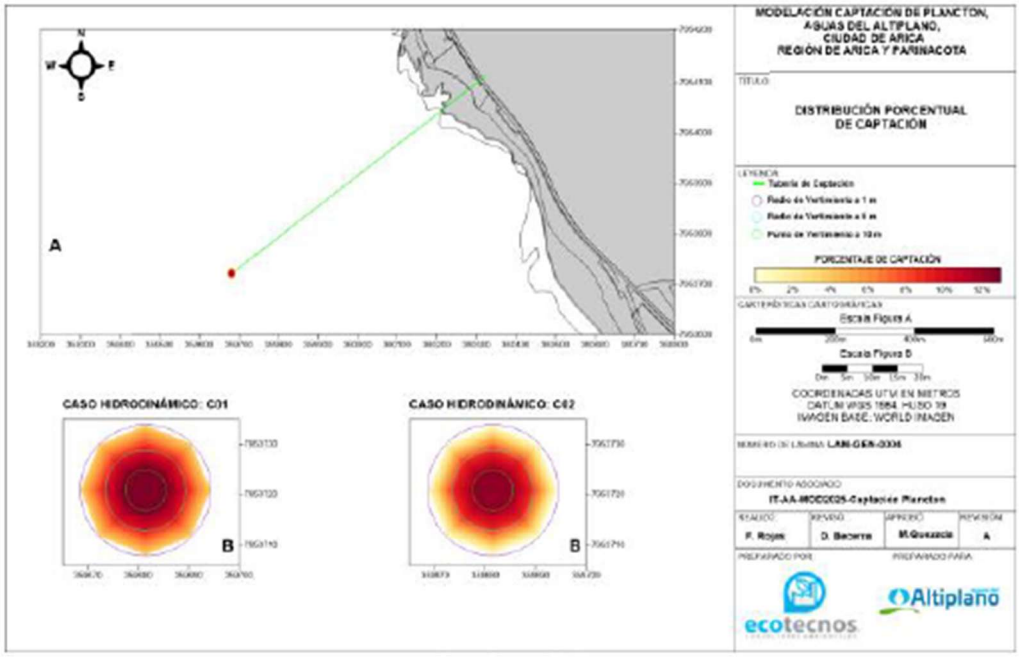
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies

con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 245:

¿Dañara el impacto ambiental en la flora y fauna marina? ¿qué va a suceder con la cadena alimentaria?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Para dar respuesta a la consulta de la ciudadanía, y considerando los efectos, características y circunstancias de las obras, partes y acciones del Proyecto ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y contemplando lo establecido en los literales del Artículo 11 de la Ley 19.300, en torno los ecosistemas marinos y litorales, el proyecto no reconoce impactos significativos.

El primer argumento que permite el descarte de impactos significativos es que el proyecto debe dar fiel cumplimiento al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Además, según el punto 2.3.2 letra a) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, en relación al objeto de protección Suelo, debido a que el Proyecto pretende intervenir superficies de suelo, en la fase de construcción, se identificó el impacto denominado "*Pérdida del recurso natural renovable suelo (terrestre o costero)".*

Este impacto se asocia principalmente a las obras contempladas por el Proyecto, entre cuales se encuentran las obras permanentes: marítimas (Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) emisario de descarga de salmuera y tubería de captación de agua de mar, conducciones e impulsiones), terrestres (Planta de Tratamiento de Ósmosis Inversa (PTOI)) y las anexas (camino de acceso a la PTOI); por lo que el suelo a intervenir corresponde a una porción de suelo costero y otra porción terrestre.

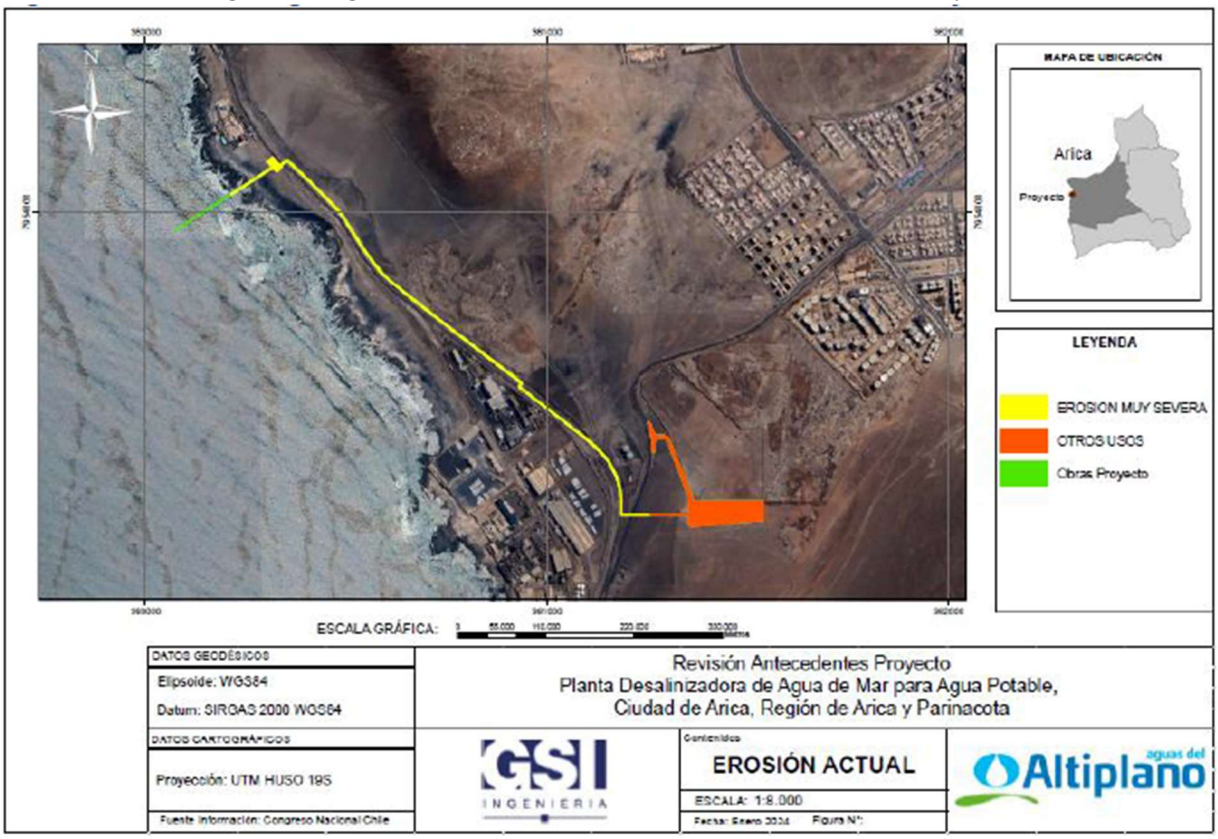
En este sentido, producto de las partes, obras y acciones del Proyecto, se podrían realizar trabajos de nivelación de terrenos, y excavación y remoción de tierra. Adicionalmente, se consideran dos obras provisorias correspondientes a las instalaciones de faena, una para las obras marítimas y otra para las terrestres, donde se prevé que habrá compactación del suelo producto del tránsito de trabajadores y diferentes maquinarias para el montaje y construcción de las infraestructuras.

En relación al escarpe de suelo para montar las instalaciones de faena provisorias en cada frente de trabajo, se indica que solo se requiere nivelación de terreno en la que se ubicará en sector costero para las obras marítimas, donde se consideran 140 m^3 de escarpe, cantidad menor que no afectará al objeto de protección suelo. Para el caso de las obras terrestres, se indica que no será necesario realizar escarpe, así como tampoco eliminación de vegetación, dado que el área a intervenir no lo requiere.

Se debe destacar que de acuerdo a lo indicado en la línea de base de Suelos (Capítulo 3.4. del EIA), el área de emplazamiento del presente Proyecto corresponde a un sector que se encuentra intervenido antrópicamente. En esta línea, se identificó que el área del Proyecto, se inserta dentro del límite urbano de la comuna de Arica, correspondiente al borde costero de la playa Arenillas Negras, al costado de la avenida Comandante San Martin, mientras que la PTOI, se emplazará en el sector industrial ubicado más al sur de este borde costero, siguiendo el camino por la calle San Ignacio Loyola (parte alta del borde costero).

En lo que respecta al riesgo de erosión actual, en la Figura, se indica que la mayoría del área a intervenir por el Proyecto se encuentra bajo la categoría de "otros usos", mientras que la superficie restante (borde costero y avenida Comandante San Martín) se encuentra catalogada como "muy severa", lo cual ratifica que son suelos no aprovechables desde el punto de vista productivo. Cabe mencionar que la erosión actual corresponde al desgaste presente en el suelo por efectos ya acontecidos en él, originados por el agua, el aire y/o efectos mecánicos sobre éste, los que provocan la pérdida del suelo superficial e incluso todo el suelo en casos extremos.

Figura: Riesgo de Erosión Actual de los Suelos del Área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.8, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por otra parte, en cuanto a impactos en el fondo marino y la dispersión de estos en fase de construcción es importante señalar que, según lo observado en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria, la información presentada para la calidad de los sedimentos marinos, se consideró un impacto principal, este es: *"Remoción de fondo marino",* el cual de acuerdo al estudio de modelación de suspensión de sedimentos por excavación de zanja (Anexo 6.11 Adenda Complementaria), se asocia a dos posibles casos de generación; el primero se asocia a la excavación de la zanja en la zona intermareal para la instalación de las tuberías de captación y descarga, y la segunda para el despliegue y puesta en el fondo de las tuberías. Es importante considerar que se desarrollarán obras de dragado del fondo marino, donde se extraerá y moverán los sedimentos.

En el primer caso, de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 1 Descripción del Proyecto del EIA, la zona intermareal donde se hará la zanja corresponde exclusivamente a roca, por lo que los trabajos se realizarán mediante tronadura con explosivos. En el segundo caso, las tuberías son montadas en su totalidad en el fondo submareal y previo a su lanzamiento los extremos son cerrados y en caso de ser necesario se instalarán elementos de flotación adicionales, antes de su lanzamiento al mar. El lanzamiento se realizará con el apoyo de excavadoras frontales las cuales empujarán la tubería hacia el mar, comenzando con un extremo, mientras un remolcador tirará de éste para que la tubería se adentre al mar.

De acuerdo a lo indicado en el Anexo 6.11 Suspensión de Sedimentos de la Adenda Complementaria, de las series de tiempo que fueron analizadas se logró advertir que en ninguno de los casos se alcanzan los 400 mg/l (calidad de agua pobre) en ningún momento del proceso de dragado. Sin embargo, al analizar el comportamiento temporal de la serie de tiempo de sólidos suspendidos, se logra advertir que tiene un comportamiento de pulsos, lo cual denota que no existe un efecto acumulativo de los sólidos suspendidos en el medio marino, lo cual estaría principalmente dominado por los tamaños de sedimentos que se tienen en el sector (arenas finas con bajo contenido de limos/arcillas).

Adicionalmente, se logra advertir una fuerte caída en las concentraciones de sólidos suspendidos a medida que se acerca a la superficie, cayendo prácticamente en 2 órdenes de magnitud y no superando valores en rango visible.

A modo de resumen, en la siguiente Tabla se presentan las concentraciones máximas de sólidos suspendidos esperadas para cada profundidad objetivo de excavación y cada profundidad relativa de la columna de agua. De ella se logra advertir que sería prácticamente la capa del fondo sería la única que presentaría concentraciones sobre el rango visible, de tal modo que será ella la que se ilustrará en más detalle. Del resumen de la siguiente Tabla, se puede advertir que el máximo valor de concentración sería de 233 mg/l y se encontraría en la profundidad de excavación de 7 m.

Figura: Resumen de valores máximos de sólidos suspendidos, para cada profundidad de excavación.

Profundidad de Excavación (m)	Sólidos Suspendidos (mg/l)		
	Fondo	Intermedia	Superficie
1,0	89	98	0
2,0	230	0	1
3,0	227	1	1
4,0	231	1	1
5,0	216	0	1
6,0	182	1	1
7,0	233	1	1
8,0	104	0	0

Fuente: Cuadro 2.22, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

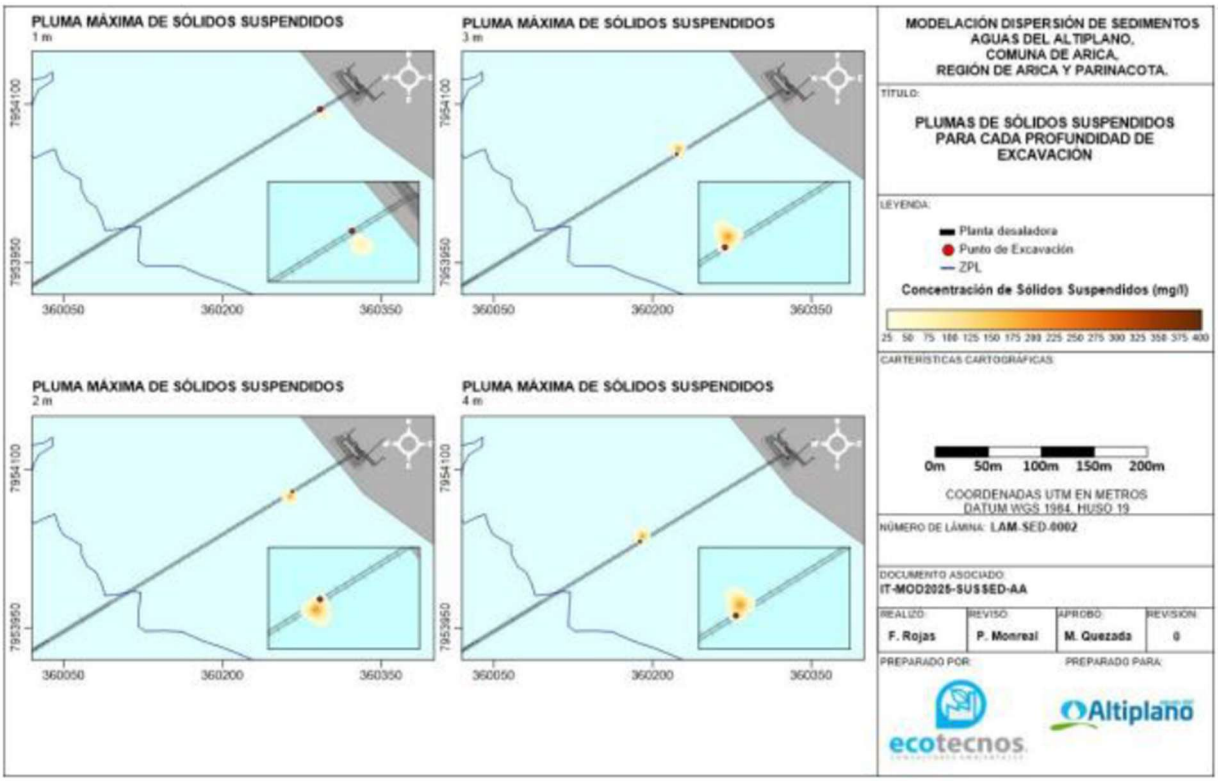
Basado en los resultados anteriores, se presentan figuras de las plumas de sólidos suspendidos, considerando la capa del fondo para cada una de las profundidades objetivo excavación. La escala de colores empleadas abarca el rango desde la concentración de 25 mg/l (calidad buena a moderada) hasta

los 400 mg/l (Pobre) destacando mediante un contorno cian, el límite de los 20 mg/l asociado a aguas que aparentan gran transparencia.

Es importante mencionar que, las simulaciones mostraron una independencia temporal entre cada día de trabajo, de tal modo que ilustrar el máximo obtenido desde la modelación, permite tener una visión conservadora de las plumas de sólidos suspendidos.

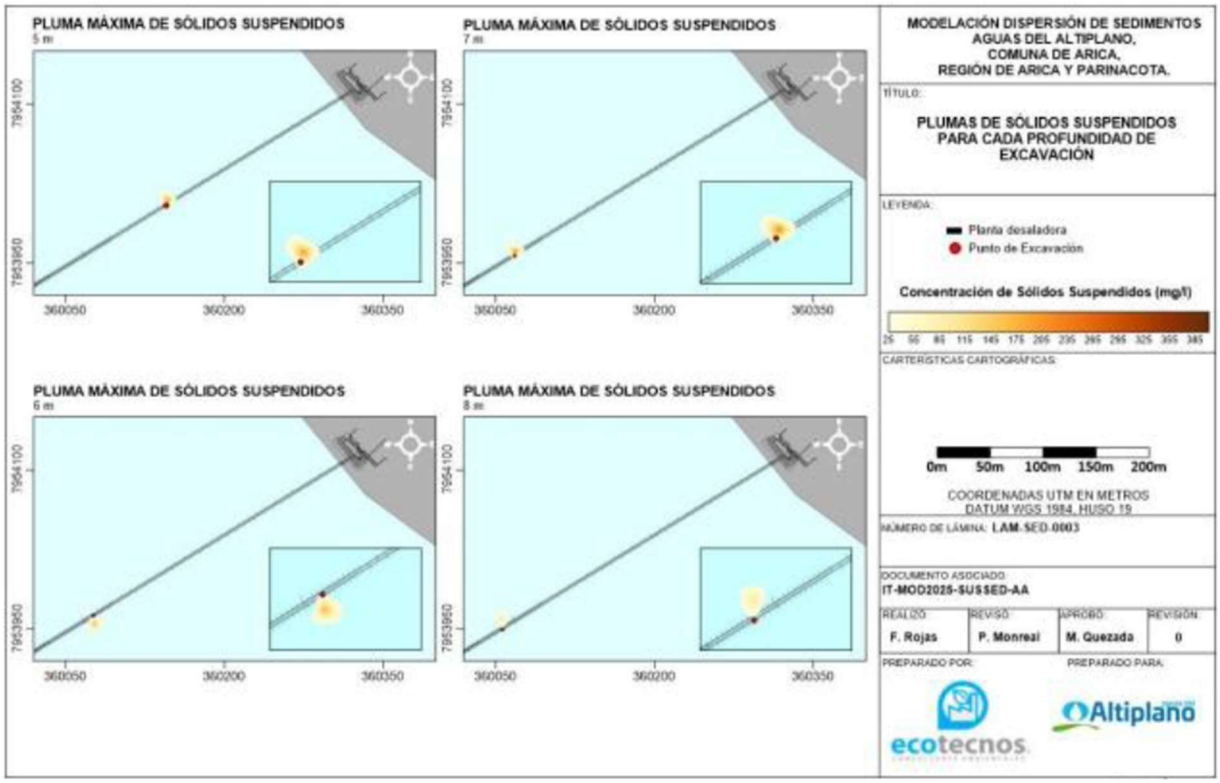
En las cartografías de las siguientes Figuras se logra observar las plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m. y faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m. Cada una de ellas se compone de 4 recuadros principales y 4 acercamientos a modo de visualizar la pluma máxima generada, la cual se mostró en una baja cuantía espacial.

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 1 hasta 4 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Plumas máximas de sólidos suspendidos, debido a las faenas de excavación en profundidades de desde 5 hasta 8 m.



Fuente: Figura N° 2.10, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En general el comportamiento de las plumas de sólidos suspendidos muestra que su desplazamiento se produce en el entorno del punto de excavación, sin acumulaciones en el tiempo (lo cual se apoya en los resultados del análisis de series de tiempo) y con concentraciones menores al límite referencial de 400 mg/l, de tal modo que no se esperan efectos adversos en el medio marino ni en su biota.

En la siguiente Tabla, se resume la cuantificación de las áreas de cada una de las plumas máximas de sólidos suspendidos, en cada una de las profundidades objetivo de excavación. De ella se logra ver que la mayor área donde se podrían evidenciar sólidos suspendidos sería de 186,10 m2 y se asocia a la excavación ejecutada a 4 m de profundidad. El área anteriormente destacada, corresponde a una fracción menor de una hectárea, de tal modo que no se describe mayormente por ser de baja cuantía.

Tabla: Áreas de las plumas máximas de sedimentos suspendidos.

Profundidad de Excavación (m)	Áreas de la pluma máxima	
	m²	Ha
1,0	94,64	0,009
2,0	172,98	0,017
3,0	173,50	0,017
4,0	186,10	0,019
5,0	184,00	0,018
6,0	168,80	0,017
7,0	177,87	0,018
8,0	155,08	0,016

Fuente: Cuadro N° 2.23, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conformidad con estos resultados, es posible concluir que, tanto desde la mirada del campo cercano, como lo obtenido en el campo lejano, la suspensión de sólidos totales, por efecto de los trabajos de la faena de excavación, tendrán bajas concentraciones de sedimentos en suspensión, sin modificar significativamente áreas colindantes.

La concentración de sólidos en suspensión, que consideró los sedimentos como Arenas Finas, se obtuvo un valor máximo de 2,448·10-04 kg/s (0,881 Kg/hrs). Esta consideración debería ser lo más cercano al sedimento presente en la zona de excavación, debido a que se encuentra en la zona de rompiente y sus cercanías, por lo que las corrientes generadas por el oleaje no permitirían que los sedimentos finos se asienten en el fondo marino, a diferencia de los sedimentos de mayor tamaño como arena gruesa y medias, que sí podrían tener la capacidad de depositarse en el lecho.

Considerando lo anterior, las plumas máximas alcanzaron superficies de hasta 186,10 m2 y concentraciones máximas de 233 mg/l con en el caso más desfavorable, de este modo en ninguno de los escenarios hidrodinámicos se superó el límite referencial de los 400 mg/l.

El desarrollo vertical de la pluma se mostró despreciable, siendo esperable sus mayores efectos en las cercanías del lecho.

En consecuencia, luego de analizados estos antecedentes, no se prevé que el impacto asociado a la calidad de sedimentos *"Remoción de fondo marino"* sea significativo.

Entorno a los ecosistemas del litoral, principalmente en torno a lo que establece el impacto en suelos, hongos y líquenes, plantas y avifauna marina, el Proyecto también entrega argumentos que permiten el descarte de impactos significativos.

De acuerdo a lo indicado en la línea de base de hongos y líquenes (Anexo 3.5 del EIA), se realizaron campañas en terreno para identificar este tipo de especies, la cual se desarrolló en época de primavera, por la representatividad y mayor posibilidad de avistar ejemplares. En terreno se realizaron recorridos exhaustivos en las áreas a intervenir, más una zona buffer, donde se definieron puntos de muestreo, con el fin de encontrar cuerpos fructíferos y abarcar diferentes configuraciones a nivel del biotipo, las que consideran una combinación de aspectos relacionados con el relieve y la estructura del terreno.

En general, se establecieron 20 parcelas de muestreo para hongos y 26 parcelas para líquenes, las cuales fueron de 10 x 10 m (100 m2); valores que son los recomendados para muestreos de áreas desérticas como lo es la región de Arica y Parinacota.

No obstante, de acuerdo a los resultados obtenidos, no se registró la presencia de estructuras de hongos macroscópicos ni vestigios de estos, probablemente debido a las condiciones de aridez, escasa o nula vegetación, y alta intervención antrópica.

Si bien la campaña se efectuó en la época de mayor representatividad, se concluye que debido a la baja estacionalidad de las lluvias que presenta la zona, y a la fuerte dependencia de los hongos a la humedad y presencia de vegetación, la probabilidad de encontrar hongos en otra temporada del año es muy baja.

Con lo que respecta a los resultados de la línea de base de líquenes, se indica que aun cuando en terreno se obtuvieron muestras de material no se identificaron especies en el área.

Por otro lado, en relación al objeto de protección Plantas, de acuerdo a lo indicado en la línea de base (Anexo 3.5 del EIA), se realizó una campaña de caracterización en época de primavera, la cual se orientó en la identificación y descripción de las distintas formaciones vegetales presentes en el área de influencia, donde además se clasificó la flora vascular que componen estas formaciones vegetales.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se establece la ausencia de vegetación relevante en el área. Bajo esta consideración, se definió un área de estudio de 85 ha en la cual se definió la Carta de Ocupación de Tierras (COT), la cual se encuentra conformada por dos ambientes y por tres Unidades Homogéneas de uso de suelo, donde predomina la unidad "Áreas desprovistas de vegetación" con un el 67,0%, seguida con "Áreas urbanas e industriales" con un 28,3%; finalmente "camino público" con el 4,7% restante.

Como se puede evidenciar, todas estas unidades corresponden a superficies donde no se identifica la presencia de vegetación, limitándose estas especies de individuos ornamentales situados en los espacios copados por el uso urbano o industrial.

En la siguiente Figura se puede ver las superficies definidas en la COT.

Figura: Carta de Ocupación de Tierras (COT) del área del Proyecto



Fuente: Figura N° 2.9, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Bajo este contexto, se destaca que no fueron identificadas formaciones vegetacionales en esta superficie, por lo cual tampoco existe regulación vigente al respecto, no siendo aplicable la solicitud de permisos ambientales relacionados al objeto de protección plantas.

En relación a la flora del área del Proyecto, se registró una riqueza total de 17 especies, todas identificadas a nivel específico, por lo que se agrupan en 16 familias y 17 géneros. Respecto del origen fitogeográfico, el 94,1% de las especies observadas (16 especies) son elementos alóctonos, y las restantes corresponden a especies nativas.

De acuerdo con la revisión de los decretos supremos ninguna de las especies de flora vascular registradas en el área de estudio se encuentra bajo alguna categoría de conservación de acuerdo con las fuentes citadas en la minuta de prelación del Ministerio de Medio Ambiente. Tampoco se identifican individuos protegidos por las disposiciones contenidas en el D.S. N°366/1944 que regula la corta y explotación de especies forestales nativas.

En razón a estos antecedentes, se descarta la aplicación de impactos ambientales relacionados al objeto de protección Plantas, Hongos y Líquenes. Se debe destacar que el área a intervenir por el Proyecto se encuentra incluido en la denominada *Región del Desierto, Sub- Región del Desierto Absoluto*, la cual corresponde a aquella parte del desierto en que las precipitaciones son insignificantes y el aporte hídrico es de carácter local, proviniendo de la presencia de napas freáticas o de aluviones ocasionales que descienden de la cordillera de los Andes. Por esta causa, es calificado de desierto absoluto, pues la vida vegetal está prácticamente ausente en gran parte de su extensión, salvo en condiciones muy particulares.

Por otra parte, en relación al objeto de protección Animales Silvestres, este EIA contempló el desarrollo de 4 campañas de terreno, realizadas de forma diferenciada por cada una de las estaciones, es decir, primavera 2022 y verano, otoño e invierno 2023. En cada una de las campañas se ejecutaron metodologías específicas de acuerdo a cada grupo taxonómico, ya sea anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas líneas de base se presentan en detalle en el Capítulo 3.6 del EIA.

En general, de acuerdo a los resultados más relevantes de las líneas de base se puede destacar la presencia de 7 especies en categoría de conservación de acuerdo al "*Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE)*" (D.S. Nº29/2011) y sus posteriores clasificaciones, las cuales fueron evidenciadas mayoritariamente en el sector del borde costero. Estas corresponden a: 2 especies de reptiles, *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas) y *Microlophus heterolepis* (corredor de Arica) clasificadas como de Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD), respectivamente; y 5 especies de aves, *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

De forma complementaria, según la Ley de Caza (2015), la gaviota garuma se encuentra catalogada con densidades poblacionales reducidas (criterio S), además, para la zona norte del país es una especie considerada en estado de conservación vulnerable. En cuanto a las especies de baja movilidad y que se encuentran en alguna categoría de conservación, la misma Ley mencionada, señala que, tanto la especie *Microlophus quadrivittatus* (corredor de cuatro bandas), como *Microlophus heterolepis* (corredor de

Arica) son especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas (Criterio S) y son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (Criterio E). Además, para la zona norte del país, el corredor de Arica es catalogado como rara; mientras que el corredor de cuatro bandas es catalogado como escasamente o inadecuadamente conocida. Por lo que, se cumplen al menos dos los criterios para considerar que hay singularidades ambientales para el componente fauna de vertebrados terrestres en el área de estudio.

A continuación, se presentan algunas fotografías de las especies de animales silvestres identificadas en las campañas de terreno efectuadas.

Figura: Animales Silvestres bajo Categoría de Conservación de acuerdo al RCE



Fuente: Fotografía N° 2.4, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Por lo tanto, debido a que el área del Proyecto, específicamente el borde costero, alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al RCE, además de que se identificó que dichas especies hacen uso principalmente del borde costero para sus actividades del día a día, ya sea las aves marinas y los reptiles costeros, se definen un impacto ambiental para el objeto de protección animales silvestres, específicamente asociado a la fase de construcción del Proyecto, este es *"Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres*".

En consecuencia, con el fin de disminuir la alteración del Proyecto sobre el objeto de protección animales silvestres, y contemplando que existirá una mayor intervención que la situación normal del borde costero de arenillas negras, tales como: emplazamiento de la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras, tránsito de maquinarias y/o trabajadores y emplazamiento de obras nuevas propiamente tal. Sumado a que se debe dar cumplimiento normativo a los límites de referencia de ruido establecidos para reptiles en la Guía "*Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa*" emitida por el SEA, publicada en diciembre de 2022, se considera implementar para la fase de construcción, el Compromiso Ambiental Voluntario "*Perturbación Controlada de Animales Silvestres de baja movilidad"*, el cual tiene como objetivo liberar el área de intervención del Proyecto induciendo el abandono del área por parte de los animales más sensibles. En este sentido, se prepara la zona induciendo nuevos recorridos para zonas aledañas que dirijan a nuevos hábitats con características similares. El detalle de la implementación y ejecución de este compromiso se presenta en detalle en el Capítulo 12 Compromisos Ambientales Voluntarios de este EIA.

Cabe destacar que este compromiso voluntario, se aplicará para prevenir un detrimento en su situación poblacional, y así evitar una escalada en la categorización de su estado de conservación. Además, según lo que se establece en el documento "*Criterios Técnicos para la Aplicación de una Perturbación Controlada*" (SEA, 2022), como existe una continuidad de ambiente en la zona donde se registraron a los reptiles y como el proyecto es de extensión lineal, cumpliría con los requerimientos para realizar una perturbación controlada, la cual será realizada por un especialista a fin, de forma previa a cualquier intervención del terreno, de modo de asegurar que en el desarrollo de las obras no se encontrará ningún ejemplar de fauna de baja movilidad, es decir el área a intervenir se encuentre liberada.

Se destaca que aplicando este compromiso se puede descartar la afectación de fauna de baja movilidad, siendo una acción complementaria de manejo y resguardo con una implementación absolutamente necesaria.

Respecto a las aves costeras (avifauna), como estas son animales de movilidad alta, no se prevé afectación producto de las partes, obras y/o acciones del Proyecto en la fase de construcción. En este sentido, estas podrán seguir haciendo uso del borde costero. De igual forma, se debe resaltar que no se realizarán trabajos nocturnos con luminarias, razón por la cual no se verán afectadas en relación a este aspecto.

No obstante, considerando que, en el área a intervenir, principalmente por las obras marítimas en el borde costero de Arenillas Negras se identificaron aves costeras bajo categoría sensible de conservación de acuerdo al "Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres", tales como el *Haematopus palliatus* (pilpilén común), *Leucophaeus modestus* (gaviota garuma), *Numenius phaeopus* (zarapito), *Pelecanus thagus* (pelícano de Humboldt) y *Sula variegata* (piquero), calificadas respectivamente como Casi

Amenazada (NT), Vulnerable (VU), Preocupación Menor (LC), Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC), se establece el Compromiso Ambiental Voluntario denominado Monitoreo de Avifauna, el cual deberá implementarse durante la fase de construcción.

El objetivo de este compromiso será mantener controlada la abundancia y riqueza de las especies de aves identificadas en la línea de base, poniendo especial énfasis en aquellas bajo categoría sensible. De este modo no se alterarán ejemplares de esta especie.

Es importante indicar que, en el área del Proyecto, durante las 4 campañas realizadas en la línea de base de Animales Silvestres, no se identificaron sitios de nidificación de aves. En este sentido, se indica que la gaviota garuma entró en la categoría de "Vulnerable" porque tiene una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos.

En lo que respecta a la fase de operación, no se prevé afectación para especies de baja movilidad, por lo cual se descarta la aplicación de algún impacto ambiental. Cabe recordar que las obras marítimas contempladas estarán emplazadas bajo tierra, no interviniendo ningún espacio de ocupación por parte de ellos. No es visible a la vista.

No obstante, con el objetivo de no afectar a las aves marinas que pudieran llegar a tierra, el Titular de este Proyecto considera dentro de sus criterios de diseño que las luminarias a instalar sean de bajo consumo energético con tecnología LED (Para más detalles revisar criterios de diseño en el Capítulo 1 del EIA).

En esta línea, durante la fase de operación de la PTOI, el proyecto considera un nivel de iluminancia no superior a 10 lux, con una emisión de luz de color ámbar - amarillo cálido. Además, la activación de las luminarias se gestiona mediante sensores PIR, los cuales ajustan los niveles de iluminación según la detección de movimiento, contribuyendo así al ahorro de energía. La fotometría se ha seleccionado para ser focalizada y puntual, asegurando un flujo luminoso máximo sobre el plano de trabajo, mientras que los postes utilizados tienen una altura de entre 3 a 4 metros para minimizar la dispersión del flujo luminoso fuera de la zona de trabajo.

Todo lo anterior cumpliendo además con las recomendaciones de la "*Guía para la iluminación amigable con aves marinas en Chile*", evitando la emisión de luz hacia el cielo nocturno y al mar, asegurando una uniformidad adecuada en todo el plano de trabajo.

En definitiva, la iluminación propuesta cumplirá con la normativa referente al alumbrado público en sectores urbanos. Es importante destacar, que la iluminación con tecnología LED, es de alta eficiencia, representando una iluminación eficiente y sostenible en el tiempo. Asimismo, mejora los niveles de iluminación, genera ahorro de energía y reduce el impacto ecológico.

Se debe destacar que, en el caso de la operación de la PEAM, no se consideran luminarias, ya que esta se encontrará soterrada no siendo visible a las aves.

Por otra parte, en lo que corresponde a ecosistemas marinos, el Proyecto considera que los efectos, características y circunstancias de sus partes, obras y acciones no generarían impacto significativo. Esto se argumenta a partir de lo establecido en el punto 2.3.2 letra b) del Anexo 2 de la Adenda Extraordinaria,

en donde el titular reconoce como impactos *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales", "Efecto adverso sobre comunidades bentónica"* y *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*

Analizando lo reconocido como *"Efectos adversos sobre las comunidades intermareales"*, se prevé una afectación sobre el sector específico donde se emplazarán las obras marítimas, particularmente producto de las actividades requeridas para la intervención del sustrato rocoso. No obstante, dicha intervención será de carácter localizado, restringiéndose al sector directamente asociado al emplazamiento de las obras.

Respecto de las características de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio, la Línea de Base de Ecosistemas Marinos presentada originalmente en el EIA identificó una escasa cobertura de organismos sésiles y una baja abundancia de organismos no sésiles, con predominio de roca desnuda en las estaciones evaluadas, alcanzando valores iguales o superiores al 79%. Entre los organismos más comunes se registraron especies pertenecientes al phylum Mollusca, incluyendo caracoles marinos como *Nassarius* sp., *Tegula* sp. y *Thais chocolata*.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, en la cual se realizó una nueva caracterización de las comunidades bentónicas del intermareal de playas rocosas a través de 12 transectos de monitoreo, subdivididos en las franjas supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Como resultado de esta campaña se registraron un total de 60 especies/taxa, correspondientes a 21 especies de moluscos, 9 de artrópodos, 3 de cnidarios, 5 de equinodermos, 2 de anélidos, 1 cordado y 1 porífero, además de 12 rodófitas, 4 ocrófitas y 2 clorófitas. La composición y abundancia de las especies evidenció un patrón de zonación vertical a lo largo del intermareal, característico de este tipo de ambientes costeros.

En la franja supralitoral se observó un predominio de sustrato libre, con valores que fluctuaron entre 10% y 84% entre los distintos transectos. Entre los organismos sésiles destacaron el mitílido *Perumytilus purpuratus* y el cirripedio *Jehlius cirratus*, mientras que entre los organismos móviles fueron representativos *Echinolittorina peruviana* y *Scurria variabilis*. En particular, *P. purpuratus*, *J. cirratus* y *E. peruviana* correspondieron a especies constantes dentro de esta franja, registrando frecuencias de ocurrencia de 91,67%, 88,89% y 80,56%, respectivamente.

En la zona mediolitoral, la comunidad estuvo caracterizada principalmente por la cobertura de *Perumytilus purpuratus* y *Notochthamalus scabrosus*, junto con distintas algas rodófitas y la presencia de *Ulva* sp. y *Ralfsia* sp. Entre las especies móviles destacaron *Tegula* sp., *Diloma nigerrimum*, *Scurria variabilis* y *Chiton granosus*. Asimismo, en esta franja se registraron especies de interés comercial, entre ellas *Fissurella crassa* y *Concholepas concholepas*.

En términos generales, los resultados de la campaña complementaria indican que el intermareal rocoso del área de estudio corresponde a un ambiente expuesto al oleaje, cuya comunidad presenta un patrón de zonación vertical característico de las costas del norte de Chile. Asimismo, si bien existen diferencias en la composición y abundancia entre las distintas franjas y transectos, la estructura comunitaria observada es concordante con los patrones descritos para este tipo de ambientes costeros.

Complementariamente, en la campaña de verano de 2025 se evaluó la eventual presencia de bancos naturales para los recursos *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata*, *Thaisella chocolata* y *Tegula*

atra, sin que ninguno de ellos alcanzara su respectivo valor de IPBANMax, por lo que no fueron determinados como bancos naturales en dicha campaña.

Considerando estos antecedentes y que la intervención de las obras marítimas sobre el intermareal se restringe espacialmente al sector directamente intervenido, correspondiente a una porción acotada del borde costero respecto de la extensión del ambiente intermareal caracterizado, se descarta que el efecto adverso sobre las comunidades intermareales alcance una magnitud suficiente para configurar un impacto significativo.

Finalmente, producto de las obras de construcción y el uso de maquinarias, el hincado de pilotes para la construcción del muelle provisorio, la navegación asociada al transporte de insumos y montaje de tuberías, así como las tronaduras requeridas para la rotura de roca, se prevé la generación de emisiones acústicas al medio marino. En este contexto, se identificó el impacto *"Efecto adverso sobre los mamíferos marinos"*.

De acuerdo con los antecedentes presentados originalmente en la Línea de Base de Animales Silvestres (Anexo 3.6 del EIA), en el borde costero de Arenillas Negras se registró la presencia de lobo marino común (*Otaria flavescens*), especie clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC). Asimismo, si bien el área del Proyecto no corresponde a un área de ocupación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), existen antecedentes de su presencia en las costas de Arica, destacando la Reserva Marina "La Puntilla – Playa Chinchorro", cuyo objeto considera la conservación de la colonia residente de tortuga verde y su hábitat de alimentación y descanso.

Estos antecedentes fueron complementados mediante la campaña de verano de 2025, desarrollada en el área del Proyecto y sectores aledaños, en la cual se efectuaron tres jornadas consecutivas de monitoreo de mamíferos, aves y reptiles marinos, cubriendo un total de 49,3 km de navegación en aguas costeras. Como resultado, se registraron dos especies de mamíferos marinos: la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el lobo marino común (*Otaria flavescens*).

En particular, se efectuaron tres avistamientos de ballena jorobada, correspondientes a tres individuos adultos, y 29 avistamientos de lobo marino común, contabilizándose un total de 45 individuos adultos. De esta forma, durante la campaña se registraron 48 individuos de mamíferos marinos. En el caso de la ballena jorobada, los individuos observados presentaron un comportamiento esquivo y desplazamientos erráticos, mientras que, para el lobo marino común, el 64,4% de los registros correspondió a individuos desplazándose mediante natación y el 35,6% a ejemplares en reposo fuera del agua.

La presencia de ballena jorobada constituye un antecedente relevante respecto de la caracterización presentada originalmente, dado que confirma el uso del área de estudio por cetáceos. De acuerdo con los resultados de la campaña, esta especie se encuentra clasificada en categoría Vulnerable (VU), mientras que el lobo marino común se encuentra clasificado como Preocupación Menor (LC). El informe señala, además, que la presencia de ballena jorobada durante el período estival es concordante con el uso de las aguas del norte de Chile durante sus desplazamientos y períodos de alimentación.

En cuanto a la avifauna marina y costera, considerando conjuntamente los monitoreos realizados desde el mar y las estaciones de observación terrestre, durante la campaña de verano de 2025 se registraron 21 especies y un total de 28.175 individuos. Tres especies concentraron el 85,1% de la abundancia

registrada: gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*), con un 35,9%; gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*), con un 25,3%; y gaviotín monja (*Larosterna inca*), con un 24%. Asimismo, durante los transectos desarrollados en el medio marino se registraron 10 especies y 580 individuos, incluyendo yeco, gaviota dominicana, gaviota peruana, gaviota de Franklin, gaviota garuma, gaviotín monja, gaviotín elegante, piquero, pelícano y pingüino de Humboldt.

Los registros evidenciaron una concentración considerablemente mayor de aves en el borde costero respecto de las transectas desarrolladas mar adentro. En las estaciones costeras se obtuvo una densidad total de aproximadamente 6.132 aves/km, destacando la gaviota garuma, la gaviota de Franklin y el gaviotín monja como las especies de mayor densidad. En contraste, en las transectas efectuadas por mar se obtuvo una densidad total de 0,24 aves/km.

Respecto del estado de conservación de la avifauna registrada, la campaña identificó especies bajo distintas categorías de conservación. Entre ellas destacan la gaviota garuma (*Leucophaeus modestus*) y el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), clasificados como Vulnerables (VU); el gaviotín elegante (*Thalasseus elegans*), gaviotín monja (*Larosterna inca*), pilpilén común (*Haematopus palliatus*) y pelícano (*Pelecanus thagus*), clasificados como Casi Amenazados (NT); además de otras especies clasificadas como de Preocupación Menor.

Finalmente, respecto de los reptiles marinos, durante la campaña complementaria de verano de 2025 no se registraron ejemplares. Sin perjuicio de ello, se mantienen los antecedentes previos respecto de la presencia de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en las costas de Arica, por lo que este grupo continúa siendo considerado dentro de la caracterización de fauna marina y en la evaluación de los potenciales efectos asociados a las obras marítimas.

En consecuencia, los antecedentes obtenidos durante la campaña complementaria de verano de 2025 amplían la caracterización de fauna marina disponible para el área del Proyecto, confirmando la presencia de mamíferos marinos, incluyendo cetácea y pinnípeda, así como una diversa comunidad de aves marinas y costeras. En particular, la presencia registrada de ballena jorobada, especie clasificada como Vulnerable, constituye un antecedente que debe ser considerado en la evaluación de los efectos asociados a las emisiones acústicas generadas por las actividades de construcción del Proyecto.

Por lo mismo, en base a estos antecedentes, se realizó una modelación del ruido subacuático a generar en la fase de construcción del Proyecto, por las obras marítimas, la cual consideró los criterios enunciados en la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental, denominada “Criterio de Evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino (SEA 2022)”.

En este sentido, para la fase de construcción, como acciones generadoras de ruido subacuático que podrían provocar un efecto ya sea conductual o bien fisiológico a los pinnípedos (lobo marino *O. flavescens*), cetáceos (ballena jorobada Megaptera novaeangliae) y tortugas marinas (*Ch. mydas*), son las faenas con perforadora, dragado, navegación de embarcaciones, hincado de pilotes y tronaduras.

Bajo este escenario, se efectuó un análisis consistente en la predicción de los niveles de ruido mediante modelos de cálculo específicos, considerando las características de emisión y ubicación de las fuentes de ruido subacuático y el entorno asociado al área de influencia para las faenas indicadas, con la finalidad

de determinar la magnitud de las emisiones asociadas a esas actividades del Proyecto. Este estudio se presenta en detalle en el Anexo 7.4 de la Adenda Complementaria.

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto, en mamíferos marinos, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing , Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*", elaborado por la NMFS (*National Marine Fisheries Service, del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration*), en revisión en el documento técnico "*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*".

Para efectos de evaluar el impacto acústico que puede generar el Proyecto en reptiles marinos, especialmente la tortuga marina, se utilizaron los umbrales propuestos por en el documento "*Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017*)".

Cabe destacar que, de acuerdo a lo indicado a la "Guía de Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido Submarino" (SEA 2022), existen dos tipos de efectos a las especies de fauna por emisiones sonoras, estas son efecto fisiológico y efecto conductual (comportamiento), el cual a su vez se caracteriza por ser de carácter temporal o permanente.

En esta línea, cuando se definen efectos fisiológicos, estos se asocian al daño auditivo que podría ser generado en la especie. La exposición a altos niveles de ruido puede causar disminución de la sensibilidad auditiva, o un desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS). Si la exposición excede un nivel de ruido crítico, esto puede generar un desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS), el cual corresponde a un daño irreversible.

Los niveles de presión acústica indicados como umbrales asociados a efectos fisiológicos para ruido no impulsivo e impulsivo se definen según las características de la fuente emisora.

Los ruidos impulsivos generados durante la construcción del proyecto tienen relación con las faenas de construcción que involucran tronaduras. Por otro lado, el ruido no impulsivo considerado, guarda relación con las faenas constructivas asociadas a perforación y dragado del fondo marino.

En la siguiente figura se presenta un resumen de los criterios de exposición a ruido subacuático con efecto fisiológico sobre la fauna marina, diferenciándolo entre límites de ruido compulsivo (aplicable para las obras de perforación y dragado) e impulsivo (aplicable a las tronaduras).

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto fisiológico52

52 Nota: SEL en [dB] re 1 [µPa2·s] – bajo el agua.

Fuente Pinnípedos OW: NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59 (2018)

Fuente Tortugas TU: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria.

Grupo de audición Fauna marina	Ruido no impulsivo (perforación y dragado)		Ruido impulsivo (tronaduras)			
	TTS SEL [dB] ponderado	PTS SEL [dB] ponderado	TTS SEL [dB] ponderado	TTS NPS_{peak} [dB]	PTS SEL [dB] ponderado	PTS NPS_{peak} [dB]
Pinnípedos Otáridos (OW)	199	219	188	226	203	232
Tortugas marinas (TU)	200	220	189	226	204	232
Cetáceos (LF)	179	199	168	213	183	219

Fuente: Cuadro N° 2.24, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Ahora, cuando se trata de efectos en el comportamiento de la fauna, se cuentan cambios en la vocalización, el descanso, buceo y patrones de respiración, cambio de la relación espacial entre cría y la madre, y el alejamiento de la fuente de ruido. El enmascaramiento de sonidos biológicos importantes puede interferir la interacción social y también causar cambios en el comportamiento.

En la siguiente Tabla, se resume el criterio de exposición al ruido asociado a efectos en el comportamiento en pinnípedos y tortugas marinas. Cabe destacar que, las fuentes impulsivas presentes en la construcción del proyecto corresponden a las faenas que involucran tronaduras y las fuentes continuas (o no impulsivas) contemplan faenas de perforación y dragado.

Tabla: Criterio de exposición a ruido subacuático, efecto conductual53

Especies	Criterio de exposición al ruido para efectos en el comportamiento*	
	Fuente no impulsiva (perforación y dragado)	Fuente impulsiva (tronaduras)
Pinnípedos (OW)	NPS_{RMS} 140 [dB]	NPS_{peak} 212 [dB]
Tortugas (TU)	NPS_{RMS} 175 [dB]	NPS_{RMS} 175 [dB]
Cetáceos (LF)	NPS_{RMS} 160 [dB]	NPS_{RMS} 120 [dB]

Fuente: Cuadro N° 2.25, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Entre los resultados obtenidos de la modelación, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a donde se producen los efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para pinnípedos, se definieron los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos conductuales temporales, es decir en el comportamiento. Es importante indicar que los efectos permanentes registrados para pinnípedos se dan en áreas muy menores, a escalas de cm en torno a las obras marítimas, así como además se destaca que los daños fisiológicos son todos menores, a

53 * NPSRMS en [dB] re 1 [µPa]

Fuente Pinnípedos: Southall (2007).

Fuente Tortugas: Criteria and Thresholds for U.S. Navy Acoustic and Explosive Effects Analysis (Phase III, 2017) - Anexo Obs. 7.4 Actualización Ruido Submarino Adenda Complementaria

las áreas que se presentan a continuación, y todos de carácter temporal. Las zonas buffer de efecto conductual temporal para pinnípedos son las siguientes:

100. 29,5 [m] para actividades de perforación;

101. 34,3 [m] para actividades de dragado;

102. 533 [m] para actividades de embarcación;

103. 1500 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

104. 73 [m] para actividades de tronaduras.

Por otro lado, para tortugas marinas, se definieron las distancias o zona buffer más amplias relacionadas a la presencia de efectos conductuales o fisiológicos. En este sentido para tortugas marinas, se define los buffers de observación más amplios, que coincidentemente todos tienen que ver con efectos fisiológicos temporales. Es importante indicar que los efectos permanentes en tortugas se dan solo a escala de cm en torno a las obras, así como los daños conductuales son todos de carácter temporal y menores a estas zonas buffer:

105. 2 [m] para actividades de perforación;

106. 3 [m] para actividades de dragado;

107. 11 [m] para actividades de embarcación;

108. 221 [m] para actividades de hincado de pilotes; y

109. 1051 [m] para actividades de tronaduras.

En cuanto a cetáceos, se definen las distancias o zonas buffer relacionados a efectos conductuales o fisiológicos:

110. 613,17 [m] para actividades de perforación

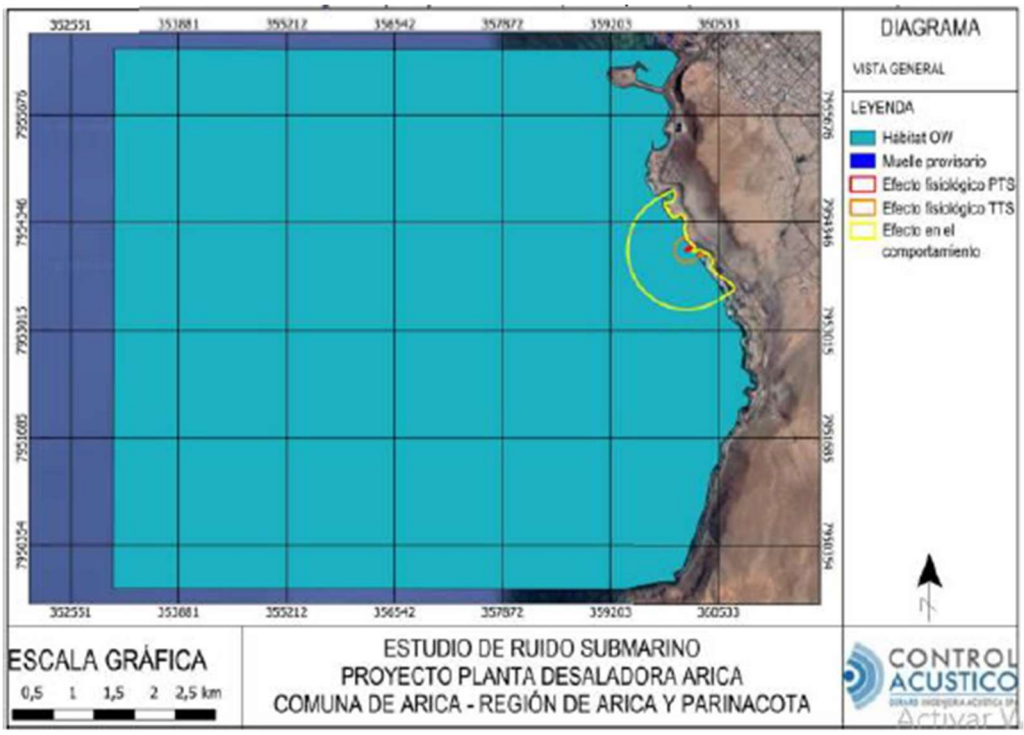
111. 730,36 [m] para actividades de dragado;

112. 731,46 [m] para actividades de hincado de pilotes.

113. 3094 [m] para actividades de tronaduras

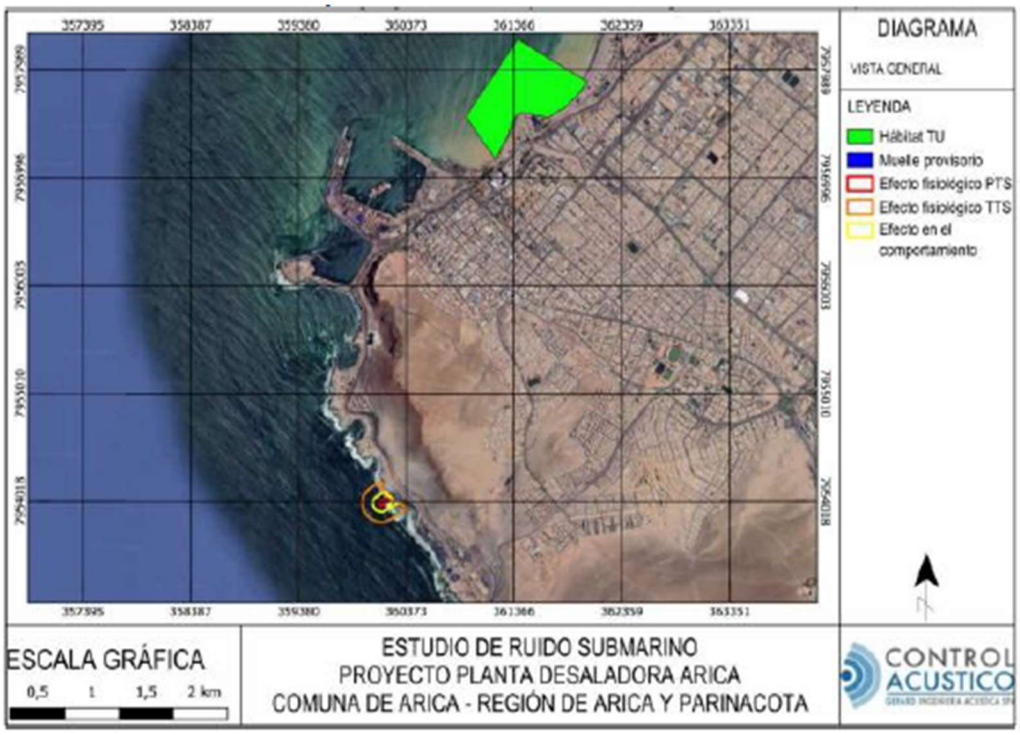
Por lo tanto, de acuerdo a los antecedentes, a continuación, se presentan las áreas más amplias de afectación, las cuales corresponden a las de actividades de hincado de pilotes:

Figura: Áreas de efecto fisiológico temporal y efecto en el comportamiento. Pínipedos otáridos. Hincado de pilotes.



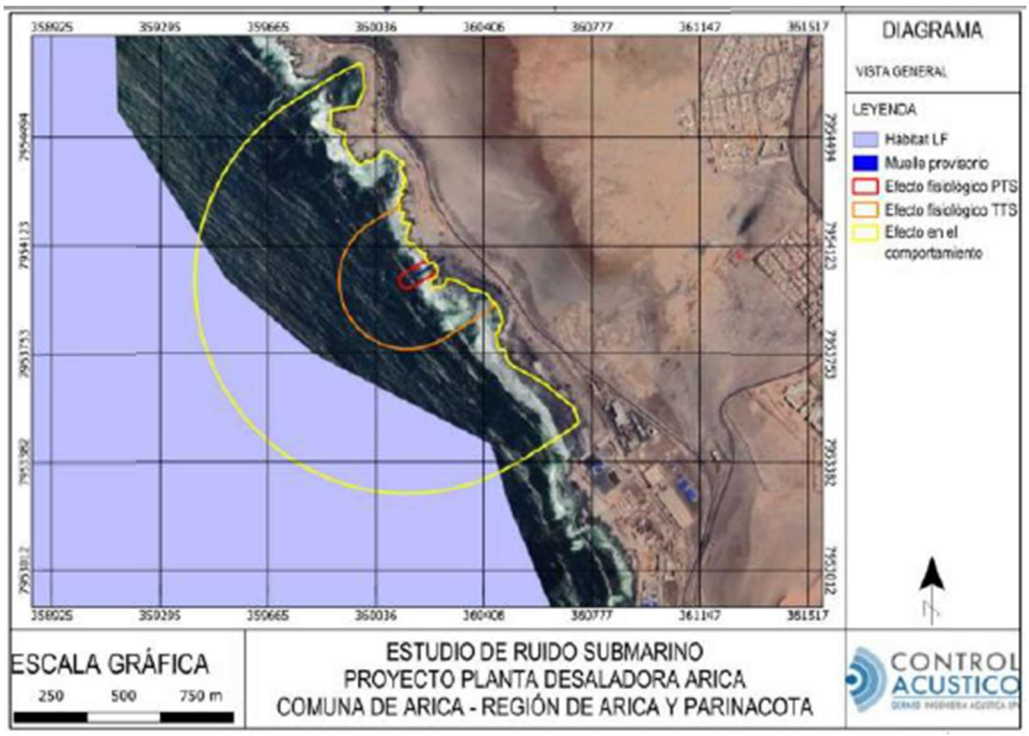
Fuente: Figura N° 2.12, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.13, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Cetáceos LF. Hincado de pilotes.



Fuente: Figura N° 2.14, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, se indica que debido a que en pinnípedos se observan efectos conductuales temporales en el área aledaña a las obras marítimas, para dar cumplimiento normativo de acuerdo a los niveles máximos permitidos dados por el "*Criterio de evaluación en el SEIA: Predicción y Evaluación de impactos por ruido submarino"*, se aplicará el Compromiso Ambiental Voluntario denominado "*Disuasión de Lobos Marinos (Otaria flavescens*)", el cual tiene como objetivo liberar el área a intervenir, mediante técnicas de disuasión de lobos marinos, de modo que estos se alejen al momento de ejecutar las obras que emitan ruido subacuático.

De esta manera, se descarta la afectación temporal conductual de lobos marinos (*O. flavescens*), por lo que el impacto ambiental definido no será significativo.

Respecto a las tortugas marinas (*Chelonia mydas*), se indica que el área de protección de estos ejemplares se ubica aproximadamente 4 km al sur del área de este Proyecto (Figura: Áreas de efecto fisiológico y efecto en el comportamiento. Tortugas marinas. Hincado de pilotes), razón por la cual el área de afectación fisiológica definida para esta especie no se relaciona con el área sensible. Razón por la cual se descarta afectación a individuos de tortugas marinas (*CH. mydas*).

Y con respecto a cetáceos, cabe señalar que la campaña complementaria de verano de 2025 confirmó el uso del área de estudio por mamíferos marinos, registrándose tres individuos adultos de Megaptera novaeangliae (ballena jorobada), además de ejemplares de Otaria flavescens (lobo marino común). En

consecuencia, la evaluación de ruido submarino considera expresamente la potencial presencia de cetáceos en el área de influencia del Proyecto.

En conclusión, todos los impactos ambientales definidos para ecosistemas marinos para la fase de construcción del Proyecto, considerando calidad del agua, sedimentos y biota marina, no serán significativos, en base al análisis efectuado.

Por otro lado, en relación a la fase de operación, se definieron un total de cuatro (4) impactos ambientales, estos son: *"Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas*" y *"Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)".*

Bajo este contexto, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria, se entrega el Informe Modelo de la Descarga de Salmuera. El cual tuvo como objetivo, representar de manera numérica el comportamiento de la pluma salina y su dispersión en el medio marino, debido a la descarga del efluente que resulta del proceso de desalinización de agua de mar, de la planta proyectada.

Entre los principales resultados de esta modelación, se refleja que las corrientes presentes en el sitio de estudio contaron con menores velocidades en comparación con los alrededores del puerto de Arica y de la península del Alacrán, donde se presenció una importante concentración de energía. Sobre el sitio de descarga del efluente se desarrollaron corrientes entre los 0,01 m/s y 0,3 m/s para las distintas estaciones, aunque durante las estaciones de otoño e invierno se mostraron tendencias de mayores velocidades de corrientes.

Para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. De la combinatoria de escenarios evaluados, el 84% de los casos no superaron el exceso de salinidad del 5%. Este último criterio considerado de acuerdo a la "*Guía de la Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality 1992* (ANZECC, Actualización del 2000), que recomienda un aumento no superior al 5% de la salinidad natural del medio por efectos de la descarga del agua de rechazo proveniente desde la planta.

Se utiliza este valor en consideración que la versión vigente de esta guía (ANZECC, 2000), no entrega valores límite para la salinidad en ecosistemas marinos, señalando que, en estos ecosistemas, es más probable observar un efecto adverso debido a una reducción en la salinidad más que por un incremento de la misma. Es importante mencionar que, en la actualidad, Chile no cuenta con ninguna normativa o recomendación acerca de la descarga salinas en el medio marino, que no afecte el comportamiento de los agentes biológicos presente en estos cuerpos de agua, por lo que definir límites operativos y/o de bajo impacto en el medio se torna complejo, debido a esto, usualmente se debe recurrir a normativas internacionales. Si bien, recientemente, existe la "*Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA*" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2023), en ella no se especifica un límite de descarga salina.

Bajo este contexto, el informe concluye que la dispersión en el campo lejano evidenció que las variaciones de salinidad en la zona de captación del proyecto prácticamente son nulas, con valores muy por debajo del 0,14% de exceso sobre la salinidad basal. Relacionado directamente con que la captación

se ubica al Oeste de la zona de difusores, y la pluma debido a la hidrodinámica reinante, se desarrolla principalmente con dirección norte y en una escala mucho menor en dirección hacia aguas profundas.

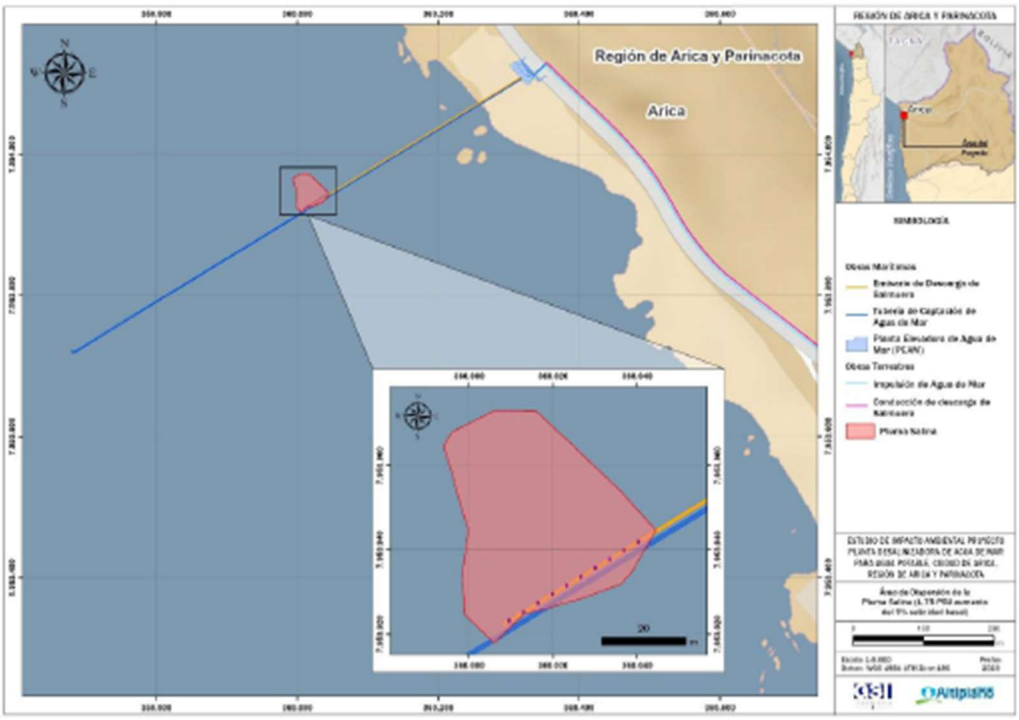
Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del Proyecto, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%), pero solo en las inmediaciones de la descarga.

Las características de diseño de los difusores considerados en el diseño del proyecto, sumado a la buena dinámica costera presente en el sitio, sugieren que el proceso de dilución de la pluma generada por el proceso de descarga, será óptimo para el funcionamiento de esta, reduciendo significativamente la concentración de la pluma en condiciones extremas.

Además, la metodología aplicada para la evaluación del comportamiento en el campo cercano y en el campo lejano de la pluma salina proyectada por la ampliación de la planta desalinizadora del Proyecto, entregó resultados positivos para el funcionamiento del sistema de captación.

Sobre la base a estos antecedentes, a continuación, se presenta figura con el área máxima de dispersión de la pluma salina producto de la descarga, representada en color rojo en la figura; dicha zona presenta un aumento de la salinidad de 1,75 PSU respecto a su situación base, no excediendo el 5% de la salinidad basal y abarcando una superficie total de 0,18 ha.

Figura: Dispersión de la pluma salina producto de la descarga de salmuera en la fase de operación del Proyecto.



Fuente: Figura N° 2.15, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En consecuencia, a estos antecedentes, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que el impacto "*Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar*" sea significativo, debido básicamente a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua, ni en la zona de la descarga ni en su zona aledaña. Cabe indicar además que si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona de la zona, Además, este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90, específicamente la Tabla 5 descarga fuera de la ZPL (zona de protección litoral).

Para evaluar el efecto de la captación del agua de mar en comunidades planctónicas, se realizó el Modelo de Captación del Plancton, el cual se presenta en detalle en el Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria. Entre los resultados de esa modelación, se indica que la mortalidad esperada de los agentes biológicos no solo es consecuencia de la concentración captada por el sistema de succión, sino también de factores naturales.

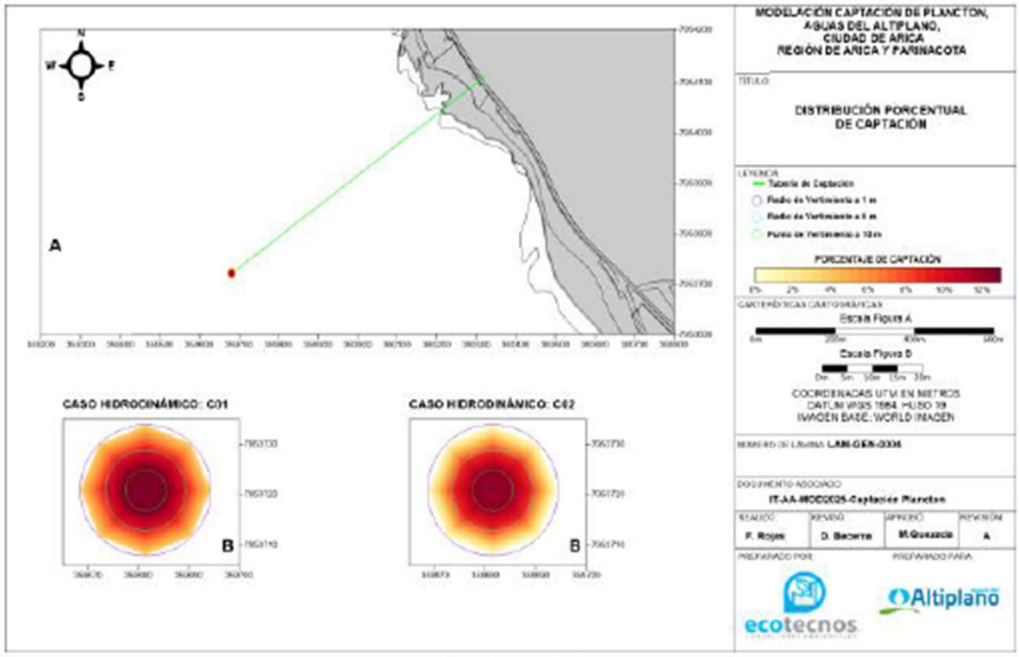
Los resultados de la estimación total de la mortalidad esperada de plancton para el área en cuestión, indican lo siguiente:

Tabla: Resumen de resultados en captación de plancton

Meroplancton	Para la disponibilidad de agentes biológicos a 1,0 m de la captación, los resultados son similares para ambas estaciones del año (invierno y verano), ya que la mortalidad producida por el sistema de captación es mayor que la causada de forma natural. A 5,0 m de distancia, el escenario cambia completamente, ya que las tasas de mortalidad natural superan a las ocasionadas por la succión. En conclusión, aun considerando el efecto total conjunto de los tres casos (1,0 m; 5,0 m y 10,0 m), es decir, la suma del meroplancton que muere, ya sea por causa natural o succión, en comparación con la concentración inicial dispuesta, el resultado es favorable. Se obtiene un valor de 9.823 y 11.175 Ind./100 m³, para invierno y verano, respectivamente, equivalente al 47,5% de la disponibilidad inicial.
Fitoplancton	Las mortalidades debido a la captación resultaron ser poco significativas en comparación con la mortalidad natural, siendo aproximadamente 1/3 de esta en el escenario más crítico.

Fuente: Cuadro N° 2.26, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton.



Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

En conclusión, de la modelación de la captación del plancton y tal como se observa en la Figura: Distribución Porcentual de Captación del Plancton, la implicancia del sistema de captación es más significativa en distancias cercanas (hasta 1,0 m, donde el 12% de la concentración disponible es succionada). Más allá de este punto, el porcentaje captado disminuye hasta el punto en que la tasa de mortalidad por succión es inferior a la tasa de mortalidad natural.

Esto se debe a que, a distancias mayores del sistema de succión, la advección desempeña el papel dominante, y, en consecuencia, el plancton captado por el sistema proviene de las masas de agua que se desplazan hacia él. Además, de acuerdo con la información sobre la torre de captación, la velocidad de succión máxima considerada está por debajo del límite de 0,15 m/s requerido para dicha estructura y lo

estipulado por la normativa de referencia. Esto respalda la conclusión de que las tasas de mortalidad debidas a la succión, obtenidas en el presente estudio, seguirían siendo inferiores a las causadas por factores naturales, incluso en condiciones de máxima operación.

Por lo tanto, en consecuencia, a estos antecedentes, se respalda la no significancia del impacto referente a "*Efecto adverso sobre comunidades planctónicas".*

De forma complementaria a lo anterior, en relación con la potencial pérdida de organismos producto de la captación de agua de mar, se considera la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente (PAE) desarrollada durante la campaña de verano de 2025, cuyos resultados se presentan en el Anexo 7.2 la Adenda. Esta actualización reemplaza los antecedentes previamente utilizados para la evaluación de este efecto y considera información obtenida específicamente a partir del muestreo de zooplancton e ictioplancton realizado en febrero de 2025.

Para el desarrollo del estudio se consideró la operación del Proyecto a plena capacidad, correspondiente a cuatro bombas verticales con un caudal de diseño de 125 L/s cada una, equivalente a un caudal máximo de captación de 500 L/s. Este caudal corresponde a un volumen máximo de 43.200 m³/día y 1.296.000 m³/mes, constituyendo el escenario utilizado para las estimaciones de PAE.

El análisis se desarrolló a partir de 38 muestras de agua de mar, correspondientes a 19 muestras de fondo y 19 de superficie, obtenidas durante febrero de 2025. A partir de las densidades registradas de huevos y larvas se estimó la cantidad potencialmente filtrada por el sistema de captación, considerando una probabilidad de filtración de 5%. Posteriormente, mediante parámetros biológico-pesqueros asociados al crecimiento y mortalidad de cada especie, se estimó la biomasa correspondiente a los adultos equivalentes que potencialmente dejarían de incorporarse al stock como consecuencia de la captación.

Inicialmente fueron consideradas siete especies de interés: Engraulis ringens (anchoveta), Strangomera bentincki (sardina común), Scomber japonicus (caballa), Stromateus stellatus (pampanito), Concholepas concholepas (loco), Loxechinus albus (erizo rojo) y Pyura chilensis (piure). No obstante, el análisis cuantitativo de PAE pudo desarrollarse para anchoveta, sardina común, caballa y loco. El piure fue excluido debido a que su ciclo de vida y características de crecimiento no permiten aplicar los modelos de mortalidad y crecimiento utilizados en la estimación de PAE, mientras que el erizo rojo fue excluido debido a que no se registraron estadios larvales en las muestras de agua de mar. Por su parte, si bien se detectaron huevos de pampanito, no fue posible efectuar la estimación de PAE debido a la ausencia de parámetros de crecimiento y mortalidad disponibles para esta especie.

Los resultados obtenidos representan la pérdida de adultos equivalentes que hipotéticamente habría ocurrido durante febrero de 2025 en caso de que la Planta se hubiese encontrado operativa a su caudal máximo. Los resultados se presentan en siguiente Tabla:

Tabla: Resultados del Modelo PAE

Nombre científico	Nombre vulgar	Desembarque artesanal 2023 (t)	Desembarque industrial 2023 (t)	PAE t (mediana)	PAE t (rango)
Engraulis ringens	(anchoveta)	93.187	38	0,43	0,10 - 1,55
Strangomera bentincki	*(sardina común)*	*0*	*0*	0,0005	0,0001 - 0,0012
Scomber japinicus	(caballa)	0	0	0,27	0,05 - 0,55
Concholepas concholepas	(loco)	0	0	0,0003	0,000 - 0,004

Fuente: Figura N° 2.16, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Los resultados muestran que la mayor PAE estimada corresponde a la anchoveta (Engraulis ringens), con una mediana de 0,43 toneladas/mes y un rango entre 0,10 y 1,55 toneladas/mes. Para la caballa (Scomber japonicus), se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes, con un rango entre 0,05 y 0,55 toneladas/mes. En el caso de la sardina común (Strangomera bentincki), la PAE presenta una mediana de 0,0005 toneladas/mes, dentro de un rango de 0,0001 a 0,0012 toneladas/mes, mientras que para el loco (Concholepas concholepas) se estimó una mediana de 0,0003 toneladas/mes, con un rango entre 0,000 y 0,004 toneladas/mes.

Cabe señalar que los resultados corresponden a un escenario conservador. En particular, para la caballa no se contó con antecedentes de mortalidad natural durante la fase de huevo, por lo que el modelo asumió que la totalidad de los huevos sobrevive hasta la fase larval. Este supuesto incrementa la cantidad de individuos que potencialmente alcanzarían etapas posteriores del ciclo de vida y, por consiguiente, aumenta la PAE estimada. De esta manera, el valor obtenido para esta especie representa una condición desfavorable y la pérdida efectiva podría ser inferior a la estimada.

Para contextualizar la magnitud de estos resultados, las estimaciones fueron contrastadas con los desembarques oficiales de la Región de Arica y Parinacota correspondientes al año 2023, último año con estadísticas oficiales considerado en el estudio. Para la anchoveta se registró un desembarque artesanal de 93.187 toneladas y un desembarque industrial de 38 toneladas, totalizando 93.225 toneladas. En comparación con este volumen, la mediana de PAE estimada para febrero de 2025, correspondiente a 0,43 toneladas, representa aproximadamente un 0,00046% del desembarque total registrado, mientras que incluso el extremo superior del rango estimado, correspondiente a 1,55 toneladas, representa aproximadamente un 0,00166%.

Para sardina común, caballa y loco no se registraron desembarques artesanales ni industriales durante 2023 en las estadísticas utilizadas por el estudio, por lo que no resulta pertinente expresar sus respectivas PAE como porcentaje del desembarque regional. No obstante, el muestreo de febrero de 2025 confirmó la presencia de huevos o larvas de estas especies en el agua de mar, permitiendo estimar su potencial PAE. En términos absolutos, las estimaciones obtenidas corresponden a magnitudes reducidas para sardina común y loco, mientras que para caballa se obtuvo una mediana de 0,27 toneladas/mes bajo el supuesto conservador anteriormente señalado.

Por lo anterior, los resultados de la actualización del estudio de Pérdida de Adulto Equivalente indican que, para las condiciones registradas durante febrero de 2025 y considerando la operación del Proyecto al caudal máximo de 500 L/s, la potencial pérdida de adultos equivalentes asociada a la captación de agua de mar presenta una magnitud acotada. En particular, para la anchoveta, única de las cuatro especies con PAE cuantificada que presentó desembarques oficiales durante 2023, la pérdida estimada representa una fracción menor respecto de los volúmenes desembarcados en la Región de Arica y Parinacota.

No obstante lo anterior, como mecanismo de seguimiento durante la fase de operación, el Proyecto considera el Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Plan de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se efectuará el seguimiento de las condiciones ambientales del medio marino y de las comunidades planctónicas, permitiendo detectar oportunamente eventuales variaciones respecto de las condiciones evaluadas. Para la ejecución de las metodologías de seguimiento que correspondan se solicitará el respectivo Permiso para realizar Pesca de Investigación, cuyos antecedentes se presentan en el PAS 119.

En consecuencia, sobre la base del muestreo efectuado en febrero de 2025, los parámetros biológico-pesqueros utilizados y los supuestos conservadores incorporados en el modelo, se concluye que la pérdida potencial de adultos equivalentes derivada de la captación de agua de mar del Proyecto presenta una magnitud marginal. Para la anchoveta, la comparación con los desembarques oficiales de 2023 evidencia que incluso el extremo superior de la PAE estimada representa una proporción reducida respecto del desembarque regional, mientras que para las restantes especies evaluadas las pérdidas estimadas corresponden a magnitudes acotadas. En este contexto, los antecedentes disponibles permiten prever que la captación de agua de mar durante la fase de operación no generará una afectación significativa sobre los recursos hidrobiológicos evaluados por concepto de Pérdida de Adulto Equivalente.

Finalmente, en cuanto a las emisiones acústicas a generar en la fase de operación, se indica que las obras marítimas se emplazan de forma soterrada en el borde costero, y el emisario de descarga de salmuera y la tubería de captación de agua de mar, se encontrará sumergida en el fondo marino, de igual forma, por el tipo de obra, no se emitirá ruido al entorno, por lo cual se cumple con creces los límites normativos sin necesidad de considerar alguna medida para su cumplimiento, tanto en fauna marina como terrestre.

Observación N° 246:

¿Qué va a pasar, que daños va a suceder con los químicos y ácidos que van a utilizar para la limpieza de las tuberías?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respondiendo a la consulta realizada por la comunidad, se señala que el proyecto presentado al proceso de evaluación ambiental se somete al fiel cumplimiento de lo que respecta al Decreto Supremo N° 90/2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual establece normas de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Esta norma no establece distancias desde la línea de costa hacia mar adentro para la descarga de los efluentes, sino más bien límites máximos permitidos en cuanto al contenido de residuos para liberar en aguas marinas.

Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y deberá cumplir con lo establecido con el artículo 115 del RSEIA.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto, durante la fase de operación, realizará manejo de productos químicos vinculado directamente con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar.

Los principales productos considerados corresponden a ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono.

Tabla: Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año	2 m³	Estanque
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año	1 m³	IBC
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año	3 m³	Estanque
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año	5 m³	Estanque
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año	1 m³	IBC
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año	1 m³	IBC
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al	48 kg/día	8,6 m³/año	1 m³	IBC

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual	Capacidad de almacenamiento	Tipo de almacenamiento
	sistema de membranas				

Fuente: Cuadro N° 2.58, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

El ácido sulfúrico se utilizará para la regulación del pH del agua durante el proceso y considera un consumo aproximado de 427 kg/día, equivalente a 0,23 m³/día, con un suministro anual estimado de 61,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 2 m³.

El cloruro férrico se utilizará como reactivo asociado a la coagulación durante el tratamiento, con un consumo aproximado de 418 kg/día, equivalente a 0,30 m³/día, un suministro anual estimado de 78,5 m³ y un almacenamiento máximo de 3 m³.

El antiincrustante se utilizará para prevenir la formación de incrustaciones y el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, considerando aproximadamente 115 kg/día, equivalentes a 0,06 m³/día, con un suministro anual de 16,3 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El hipoclorito de sodio será utilizado como bactericida para el proceso de producción de agua y para la protección de membranas, filtros y tuberías. Se consideran aproximadamente 9 kg/día, equivalentes a 0,08 m³/día, un suministro anual de 21,4 m³ y una capacidad de almacenamiento de 1 m³.

El metabisulfito de sodio se utilizará en el tratamiento asociado al sistema de membranas, con un consumo aproximado de 48 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 8,6 m³ y una capacidad máxima de almacenamiento de 1 m³.

El hidróxido de sodio se empleará para la corrección de pH en el postratamiento, particularmente cuando las condiciones del agua permeada requieran dicho ajuste. Se contempla un consumo aproximado de 43 kg/día, equivalente a 0,03 m³/día, un suministro anual de 9,0 m³ y un almacenamiento máximo de 1 m³.

Finalmente, el dióxido de carbono se utilizará durante el proceso de remineralización del agua desalada, junto con los contactores de calcita, permitiendo restituir calcio y ajustar las características fisicoquímicas del agua producto. Se considera un consumo aproximado de 518 kg/día, equivalente a 0,63 m³/día, un suministro anual de 165,3 m³ y un estanque de almacenamiento de 5 m³.

La distribución espacial de estas sustancias responde directamente a los procesos en los cuales son utilizadas. En consecuencia, los reactivos no se concentran en una única bodega de sustancias peligrosas, sino que se emplazan próximos a sus respectivos puntos de dosificación, dentro de las áreas de proceso de la PTOI.

De acuerdo con las características de las sustancias utilizadas y los residuos generados, los recursos naturales renovables que podrían presentar una exposición ante una pérdida accidental de contención

corresponden principalmente al suelo y al medio acuático, pudiendo derivarse secundariamente efectos sobre flora o fauna cuando éstos dependan de dichos medios.

El mecanismo de afectación terrestre requeriría que una sustancia química o residuo líquido abandonara su sistema primario de almacenamiento y alcanzara posteriormente el terreno natural.

Sin embargo, los principales almacenamientos líquidos considerados para la operación incorporan dos niveles sucesivos de confinamiento: el recipiente o estanque primario y un sistema secundario de pretiles o retención. Adicionalmente, éstos se emplazan sobre losas o superficies de hormigón y áreas lavables.

En consecuencia, un fallo aislado del recipiente principal no determina por sí mismo una descarga al suelo. Para que se produzca una interacción efectiva con dicho recurso debería ocurrir adicionalmente una pérdida o superación del sistema secundario de contención, configurándose así una situación de contingencia y no una condición propia del manejo normal de las sustancias.

La misma lógica se verifica respecto de los residuos peligrosos, cuyo almacenamiento temporal se efectúa sobre una superficie impermeabilizada y provista de retención de derrames.

La configuración actual del Proyecto contempla el almacenamiento de ácido sulfúrico y cloruro férrico en el patio norte del pretratamiento; los IBC de hipoclorito de sodio y metabisulfito de sodio asociados al pretratamiento; el antiincrustante próximo a la unidad de ósmosis inversa; el hidróxido de sodio en el sector de postratamiento; el estanque de dióxido de carbono asociado a la remineralización; y sectores específicos para el almacenamiento temporal de residuos.

Esta configuración mantiene los productos dentro de áreas de proceso habilitadas y funcionalmente asociadas a sus respectivos puntos de utilización, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames. La localización de los almacenamientos no genera nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables.

Estas precisiones de emplazamiento no modifican la naturaleza del manejo evaluado ni generan nuevas vías de exposición de los recursos naturales renovables. Por el contrario, la definición actual permite verificar que los productos se emplazan dentro de áreas de proceso habilitadas y asociados funcionalmente a los puntos donde son utilizados, incorporando sistemas de contención y superficies destinadas al control de eventuales derrames.

Asimismo, la cantidad total de sustancias peligrosas almacenadas durante la operación se mantiene inferior a 30 toneladas, y la instalación considera recintos y sistemas de contención secundaria para su almacenamiento.

La operación normal de la PTOI no contempla almacenamiento masivo de combustibles, dado que su suministro energético será fundamentalmente eléctrico. El uso de combustibles durante la operación se restringe a cantidades menores vinculadas al transporte de insumos y residuos y a equipos móviles de mantención.

Tabla: Vías potenciales de afectación y medidas de control

Fuente / actividad	Evento potencial	Recurso natural susceptible de interacción	Mecanismo de afectación	Medidas principales de control
Almacenamiento de reactivos líquidos	Rotura o pérdida de estanque/IBC	Suelo	Derrame y eventual infiltración	Contención secundaria ≥110%, losa de hormigón, superficies lavables
Dosificación de reactivos	Falla de conexión, bomba o tubería	Suelo	Liberación localizada de producto químico	Inspección, mantenimiento, control operacional y procedimientos de contingencia
Bodega RESPEL	Fuga desde recipiente contaminado	Suelo	Escurrimiento o infiltración	Bodega impermeabilizada, losa antiderrame, retención 1,5 veces el volumen almacenado
Manipulación de combustible en construcción	Derrame accidental	Suelo	Contacto directo con terreno	Almacenamiento controlado y materiales absorbentes
Obras marítimas	Derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas	Agua de mar y biota acuática	Liberación directa al medio marino	Cierre de válvulas, detención de bombeo, barreras y absorbentes
RSD y residuos asimilables	Caída, dispersión, olores, vectores o escurrimiento	Suelo, fauna	Contacto o dispersión desde área de acopio	Contenedores herméticos, piso lavable, techumbre, desratización y retiro programado

Fuente: Cuadro N° 2.64, Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Durante la operación, si bien el uso de reactivos es continuo debido a su integración al proceso de desalación, éstos se almacenan en volúmenes acotados, dentro de instalaciones industriales habilitadas y próximas a sus respectivos puntos de utilización, reduciendo los requerimientos de manipulación y traslado interno.

En los reactivos líquidos, la existencia de estanques o IBC cerrados, pretiles con capacidades de retención de al menos el 110% del volumen almacenado y superficies de hormigón constituye una barrera física entre las sustancias y el suelo. En consecuencia, no existe una vía de contacto directo con el recurso suelo durante el manejo normal de los productos.

Los residuos peligrosos y no peligrosos tampoco serán dispuestos directamente sobre el terreno, sino que serán almacenados temporalmente en instalaciones diferenciadas, sobre superficies especialmente acondicionadas, y posteriormente retirados mediante gestores autorizados.

En el medio marino, una liberación accidental podría generar contacto inmediato entre la sustancia derramada y el agua de mar. Este mecanismo se encuentra asociado principalmente a contingencias durante la construcción de las obras marítimas y cuenta con medidas específicas destinadas a detener la liberación, limitar su dispersión y recuperar el producto.

Por consiguiente, si bien la utilización y manejo de productos químicos y residuos constituye una fuente potencial de interacción con los recursos naturales renovables, las condiciones de manejo definidas para el Proyecto permiten evitar una exposición permanente o sistemática de éstos. Las eventuales vías de afectación identificadas corresponden fundamentalmente a situaciones accidentales y se encuentran controladas mediante sistemas de contención, superficies impermeables o lavables, segregación de residuos, inspección, mantenimiento y procedimientos específicos de contingencia y emergencia.

En virtud de lo anterior, no se prevé que la utilización y/o manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias genere una alteración significativa de la calidad, cantidad, disponibilidad o capacidad de regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia.

Por otra parte, cabe destacar que el Proyecto señala en su Anexo 8 de la Adenda Extraordinaria, dentro del Plan de Contingencias y Emergencias, considera medidas en torno a Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES).

Tabla: Derrame y/o RILES

Riesgo: Derrame de RILES	
Riesgo o Contingencia	Derrame de Residuos líquidos industriales (RILES)
Fase del Proyecto a la que aplica	Fase de construcción y operación
Emplazamiento, parte, obra o acción asociada	114. Bombas de alta presión – Área Planta de Osmosis Inversa 115. Descarga de salmuera – Área Planta de Osmosis Inversa 116. Filtro autolimpiante y Ultrafiltración – Área de Pretratamiento
Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia	El objetivo del presente plan de prevención es evitar la ocurrencia o minimizar la probabilidad de ocurrencia de un derrame de RILES, que puedan afectar el medio ambiente o a la población. Las medidas de prevención son las siguientes:

Riesgo: Derrame de RILES	
	Área Planta de Osmosis Inversa 117. Se realizará muestreo y medición periódica o semanal de RILES, para el cumplimiento del DS 90/2000 del MINSEGPRES (tabla 5) 118. Se realizará monitoreo en línea de pH, conductividad eléctrica y temperatura en la cámara de muestreo ubicada antes de la descarga de RILES. 119. Se realizará mantenimiento preventivo de elementos de monitoreo, medición y control, tales como: válvulas de control, medidores de caudal, pH, conductividad eléctrica, y temperatura. 120. Se realizará mantenimiento preventivo de emisario submarino 121. Capacitación periódica o semestral del personal sobre la operación segura de la descarga de aguas residuales a través del emisario submarino 122. Inspecciones preventivas periódicas o semanales de seguridad de la planta de osmosis inversa **Sector Pretratamiento.** 123. Los filtros autolimpiantes cuentan con un diseño y construcción conforme a estándares nacionales e internacionales. El monitoreo de presión se realiza desde la sala de control para detectar posibles alteraciones de los parámetros de operación. Todas las medidas descritas anteriormente deben ejecutarse en un 100 %, de acuerdo con la frecuencia o plazos definidos.
Forma de control y seguimiento	124. Registro de auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual. 125. Registros de capacitación, inspecciones preventivas periódicas o semanales, y programas de mantenimiento preventivo. 126. Registro sobre el permiso o autorización de descarga de

Riesgo: Derrame de RILES	
	RILES en el medio marino.
Acciones o medidas a implementar para controlar una emergencia	El objetivo del presente Plan consiste en la respuesta frente a una situación de emergencia por derrame de RILES, que pueda afectar el medio ambiente o a la población. Las acciones o medidas de control a implementar son las siguientes: 127. En el caso de un derrame mayor en la Planta de Osmosis Inversa, o el área de pretratamiento o filtración asociado a RILES producto de limpieza química o agua de descarte a emisario submarino, el Jefe de Emergencia solicita al personal de operación la detención de la Planta de Osmosis Inversa, hasta establecer la causa del derrame y tomar las acciones correctivas para normalizar su funcionamiento 128. Los estanques de limpieza química disponen de un sistema de canalización hacia trincheras frente a un posible rebalse o derrame 129. En el caso de una liberación de salmuera, se deberá suspender temporalmente la descarga al emisario submarino, hasta corregir la posible falla o rotura de la tubería si fuera el caso. 130. En el caso que ocurra una falla o rotura de la tubería se realizará un monitoreo en la zona, de los RILes, de los sedimentos y de la biota marina, realizando una comparación de los resultados respecto a lo informado en la Línea Base, Planes de Vigilancia Ambiental existentes y normas de calidad secundarias internacionales de referencia. 131. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la implementación de medidas de contención, en el caso de un derrame de salmuera, tales como el almacenamiento temporal de la salmuera en estanques de acumulación para su posterior descarga o traslado a un sitio autorizado para su tratamiento 132. La Brigada de Emergencia estará a cargo de la limpieza del sector afectado por el derrame de RILES, una vez controlada la emergencia. 133. La emergencia se dará por terminada una vez que los organismos externos con competencia dicten que la emergencia ha sido controlada (en caso de contar con su apoyo), y que el Titular realice las acciones necesarias para la recuperación del nivel operacional.

Riesgo: Derrame de RILES	
Forma de control y seguimiento	134. Una vez superada la emergencia, se deben revisar las condiciones de seguridad de las instalaciones, antes de autorizar la recuperación del nivel operacional. 135. El Jefe de Emergencia es responsable por la elaboración del informe de emergencia. En el caso de alerta nivel 3, remite el informe a la SMA y autoridades competentes antes de 72 horas de ocurrido el evento. 136. Simulacro de emergencia según programa anual 137. Auditoría interna y seguimiento de acciones correctivas, de acuerdo con la planificación anual 138. Informe de emergencia 139. Registro sobre autorización sanitaria para la descarga de RILES
Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la actividad del Plan de Contingencia	En caso eventual de ocurrida la contingencia, una vez controlado el suceso,será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimientos Seguimiento ambiental de la SMA, enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. De igual forma, será notificado al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), oficina regional, mediante una carta e informe preliminar de Emergencia y/o Contingencia.

Fuente: Letra b) , Anexo 2 Adenda Extraordinaria

Observación N° 247:

¿Qué va a pasar? ¿Va a alterar sitios con valor arqueológicos, antropológico, paleontológico e históricos que pertenecen al Patrimonio Cultural?

Evaluación técnica de la observación:

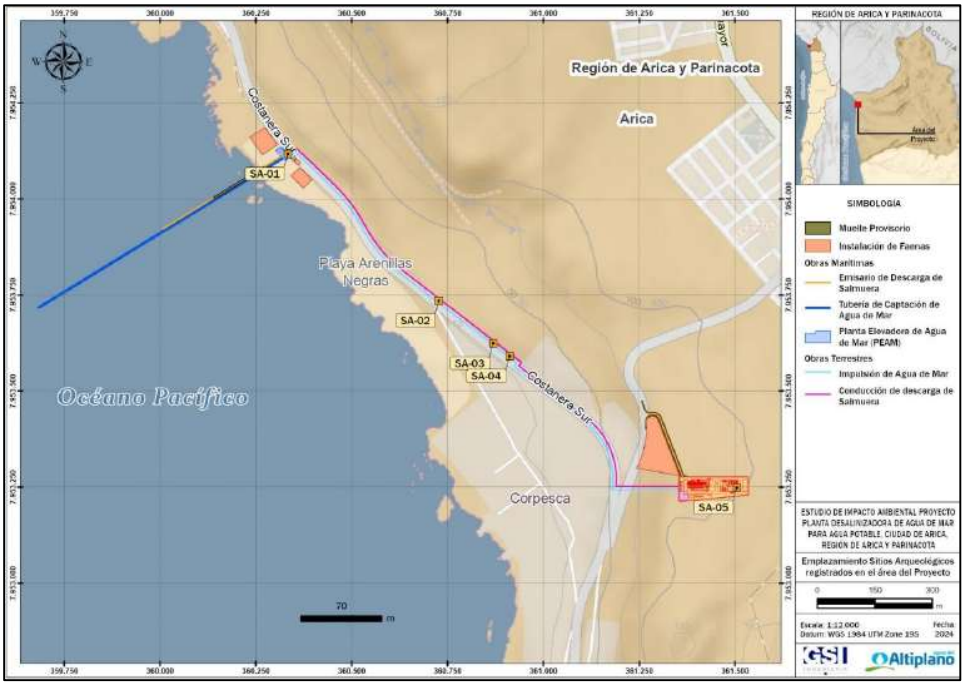
Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el patrimonio arqueológico, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La línea de base del EIA, Capítulo 3.8 y Anexo 9.2 PAS 132 Arqueología, registró 14 hallazgos en el área estudiada, principalmente prehispánicos, distribuidos en sectores como SA-01 a SA-05. El sitio SA-01 conservó depósitos de mayor integridad y concentración, mientras que en otros sectores los materiales estaban removidos o eran superficiales. La mención ciudadana a las momias Chinchorro exige especial cuidado, pero los antecedentes citados no identifican una momia Chinchorro específica dentro de la

huella de estas obras; cualquier hallazgo no previsto requeriría detener y proteger el área conforme al protocolo patrimonial. La siguiente Figura sitúa los sitios registrados respecto de las obras terrestres y marítimas.

Figura. Sitios arqueológicos registrados respecto de las obras



Fuente: EIA, Anexo 9.2 PAS 132 Arqueología, figura de sitios arqueológicos reproducida en la respuesta del Titular a la observación 247, Figura 30.

Medidas arqueológicas actualizadas

La versión más reciente del Plan de Medidas, Anexo Obs. 2.3 de la Adenda Excepcional, Cuadros 2.1 a 2.5, precisa cinco medidas. En el sector alto de SA-01, de 100 m² de mayor concentración, el rescate abarcará 50 m² mediante doce unidades de 2 × 2 m y dos de 1 × 1 m, con excavación manual controlada por niveles, tamizado del sedimento, análisis de materiales y conservación. En SA-05, asociado a la planta de ósmosis inversa, se prevé recolección superficial intensiva en dos unidades de 2 × 2 m, registro, análisis e informe al Consejo de Monumentos Nacionales. Estas superficies corresponden a la medida propuesta para sectores definidos, no autorizan a intervenir libremente todo el entorno arqueológico. La siguiente tabla resume las medidas de resguardo del proyecto:

Tabla. Medidas de resguardo patrimonial y oportunidad

Medida	Aplicación principal	Control documentado
Rescate de SA-01	50 m² del sector de mayor concentración antes de las obras de la planta elevadora de agua de mar.	Registro estratigráfico, análisis, conservación e informes al CMN y SMA.
Recolección de SA-05	Dos unidades de 2 × 2 m de material superficial antes de intervenir la planta de ósmosis inversa.	Fichas, fotografías, tamizado, análisis e informes.
Monitoreo arqueológico	Supervisión de excavaciones y remoción; luego visitas semestrales en construcción y anuales en operación.	Informes de monitoreo y protocolo ante hallazgos imprevistos.
Inducción y delimitación	Charlas mensuales; señalización y cercado de zonas con distintos niveles de restricción.	Listas, fotografías, planos y control del cercado.

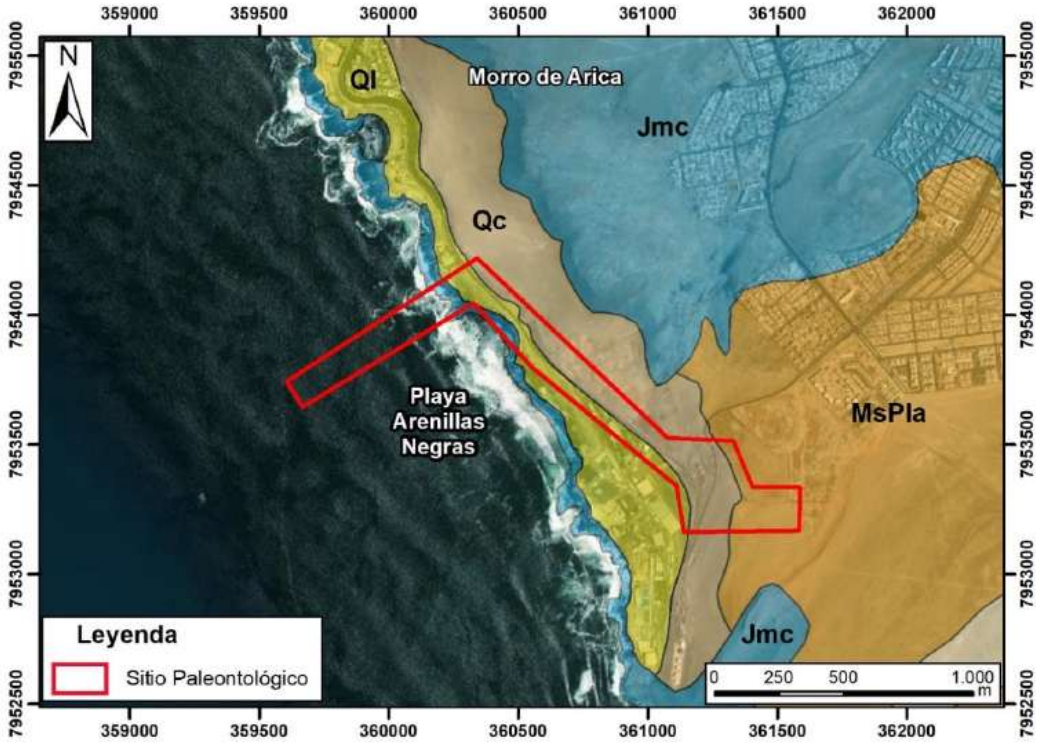
Fuente: Adenda Excepcional, Anexo Obs. 2.3 Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación, Cuadros 2.1 a 2.5, pp. 2.2-2.14; Anexo Obs. 5.3, Cuadros 5.1 a 5.5.

El monitoreo arqueológico permanente supervisará las excavaciones autorizadas y la correcta delimitación de zonas. Después del rescate se prevén rebajes controlados cada 50 cm conforme a la caracterización de cada sitio y a lo solicitado por el CMN; tras terminar los movimientos de tierra, las visitas serán semestrales durante la construcción y anuales en operación, según el Anexo Obs. 2.3, Cuadro 2.3. La misma actualización distingue sectores con excavación permitida, sectores solo de intervención superficial y sectores con prohibición total; exige banderines visibles, control físico y una geomembrana bajo el acopio de material de dragado para aislarlo del sustrato.

Patrimonio paleontológico e histórico

El EIA, Capítulo 3.8 y Anexo 9.2 PAS 132 Paleontología, identificó un sitio paleontológico vinculado a afloramientos de la Formación Camaraca y depósitos asociados en playa Arenillas Negras, con hallazgos fósiles visibles. Su polígono se presenta en la siguiente figura. El Titular sostuvo en su respuesta complementaria que, por las características y conservación de estos restos y las obras previstas, no se calificó un impacto paleontológico significativo. Ello no equivale a ausencia de fósiles: el Anexo Obs. 7 de Compromisos Ambientales Voluntarios de la Adenda Excepcional, Cuadros 7.14 y 7.15, establece inducción del personal y monitoreo paleontológico semanal durante excavaciones y remociones en zonas sensibles, con registro en libro de obra e informes mensuales a la SMA y al CMN. El plan también cubre el material extraído de perforaciones o tronaduras del lecho marino y activa el protocolo de hallazgos no previstos.

Figura. Área paleontológica registrada en Arenillas Negras



Fuente: EIA, Anexo 9.2 PAS 132 Paleontología, figura del sitio paleontológico reproducida en la respuesta del Titular a la observación 247, Figura 33.

La observación menciona además valor antropológico e histórico. El PAS 132 y el procedimiento de hallazgos imprevistos comprenden esos posibles bienes protegidos, aunque el expediente no demuestra que cada tipo esté presente en toda la huella del Proyecto. La protección también se extiende a la operación mediante inducción al personal de mantención y un mural o estructura interpretativa comprometidos en el Anexo Obs. 7, Cuadros 7.16 y 7.17, de la Adenda Excepcional.

Observación N° 248:

Quien se hará responsable una vez terminada la obra de los daños colaterales irreversibles a nuestra madre naturaleza, a la humanidad La matanza de los seres vivos del ecosistema marino, todo ser viviente y la cadena alimentaria que comienza con plancton se dividen en zooplancton (animal) y fitoplancton (vegetal) desde ahí comienza la cadena alimentaria continua con las pulgillas en orillas del mar, junto a algunos Bivalvos y filtradores como la Almeja y el Piure siendo este otro organismo filtrador de ahí vienen los peces que se alimentan de esos organismos como los zargos, corvinas y otros con ramoniadores existentes como Borrachillas, Jerguillas, Tomoyos, Pintachas,, Pulpos, que se alimentan de almejas y pequeños crustáceos que habitan en los bancos de Piures y Choros, los cuales y también son filtradores y de ahí se alimentan parte de la población que a través del trabajo de los buzos mariscadores de orilla, buzos embarcados y pescadores artesanales y proveedores de la ciudadanía (parte de la cultura chinchorro) Todo esto ya no se va a poder realizar debido al impacto significativo ambiental, que va a hacer afectada toda la zona, van a hacer mucho daño y arrasa con todo. El daño social hacia la comunidad la población que se alimenta de lo que proveen los trabajadores del mar, todos estos daños significativos colaterales e irreversibles, quien responde

por todo esto. Van a colocar sonidos permanentes debajo del mar (contaminación auditiva) para espantar a los lobos, ahí van a espantar a toda la fauna marina Ustedes, la empresa Aguas del Altiplano dejan mucho que desear. Los daños del emisario, el sistema de las aguas servidas que ya ustedes han dañado y no se hacen responsables de todo esto que acontece y sin embargo a pesar de todas estas negligencias le siguen cobrando a la población por este tipo de servicios. El dinero va a salir del Estado y el Estado es el pueblo que paga sus impuestos, una vez más saldrá perjudicado. Si la desalinizadora se coloca en Arenillas Negra, no solo destruirá la playa convirtiéndola en mar muerto por la salmuera, también las rocas y suelo quedaran sin vida y será todo blanco por los químicos y los 3000 litros de desagüe por segundo, también la flora y la fauna quedaran sin vida y perderemos una de las 8 playas en el mundo con arena negra por los minerales y conchitas que van coloreando la playa. Recordemos que Anzota (las cuevas) hasta hace unos meses de este 2024 está restringida permanentemente para toda persona y turismo. Por lo constantes derrumbes ya no se hizo un estudio serio del riesgo.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Teniendo en consideración de que Arenillas Negras es un espacio muy valorado por la comunidad para actividades recreativas y económicas, el Proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación en la playa. A saber:

140. Fase de Construcción: Durante esta fase, que durará 23 meses, se intervendrá temporalmente solo el 2,8% (1.119 m²) de la superficie total de la playa, lo que permitirá que el 97,2% del espacio siga disponible para las actividades habituales.
141. Fase de Operación: Toda la infraestructura será soterrada, devolviendo la playa a su uso normal inmediatamente después de finalizada la construcción, sin afectar el paisaje ni las actividades de la comunidad.

Además, el Proyecto implementará medidas específicas para prever cualquier posible efecto adverso sobre las fuentes laborales de la zona, incluyendo la creación de programas de capacitación y reconversión laboral, garantizando que los trabajadores puedan adaptarse a nuevas oportunidades generadas por el mismo proyecto o por otros desarrollos que contribuyan a la región.

Para garantizar que el ecosistema marino no se vea afectado, el Proyecto implementará un Plan de Monitoreo Participativo (ver documento homónimo en la Adenda), que permitirá a la comunidad involucrarse de manera directa en el seguimiento de las operaciones del proyecto. Los residentes podrán supervisar las actividades en terreno, acceder a informes públicos sobre la calidad del agua y la biodiversidad, y recibir información detallada a través de talleres sobre el impacto ambiental del proyecto. Este enfoque busca asegurar la transparencia y la colaboración constante, promoviendo una gestión responsable y el intercambio de conocimientos entre las partes involucradas.

Respecto de la consulta acera del impacto sobre peces y mariscos, se informa que la salmuera no es una sustancia química o una mezcla de líquidos inmiscibles (como por ejemplo agua y aceite), sino que se trata de agua de mar con una mayor concentración de sal que el agua marina en su estado natural. De hecho, la concentración de sal en la salmuera puede llegar a ser aproximadamente un 5% superior a la del agua de mar original. Esta salmuera, al entrar en contacto con el mar, se disipa y se diluye rápidamente debido a las características del medio marino, que tiene una capacidad natural para mezclar y distribuir estas concentraciones adicionales de sal.

De manera complementaria, se debe destacar que, aunque las corrientes pueden mover la arena de la playa, estas mismas corrientes favorecen la dispersión y dilución de la salmuera en el mar. El emisario submarino que se encuentra a 367 metros de la costa y a una profundidad de 24 metros ha sido diseñado específicamente para que la salmuera se mezcle de forma rápida y eficiente en el agua circundante. Además, la velocidad de dispersión en esa zona es alta debido a la interacción de las corrientes marinas naturales. Por lo tanto, la salmuera no llega a la orilla, y mucho menos de forma concentrada, ya que su dilución es rápida y facilitada por la tecnología de difusión.

El aumento de salinidad en el punto de descarga será mínimo, solo +1,7 PSU, lo cual no representa un peligro para la vida marina. De hecho, las condiciones geográficas y oceanográficas favorecen la dispersión de la salmuera, asegurando que el impacto sea temporal y localizado. Los estudios indican que las especies locales, como crustáceos, moluscos y erizos de mar, tienen alta tolerancia a variaciones de salinidad, siendo el aumento de +1,7 PSU muy inferior a sus umbrales de tolerancia. Esto garantiza que no habrá impactos negativos sobre los ecosistemas marinos.

En cuanto a los residuos plásticos y otros elementos que llegan a la playa debido a los ríos y oleajes, estos no tienen una relación directa con la salmuera, ya que la descarga de esta última se realiza de manera controlada a través del emisario submarino, asegurando que se diluya adecuadamente en el mar antes de cualquier posibilidad de contacto con la orilla.

Así, el riesgo de que la salmuera afecte directamente los bancos de mariscos y otros recursos en la playa es extremadamente bajo, gracias a las condiciones geográficas, oceanográficas y tecnológicas del proyecto.

El Proyecto ha presentado medidas de mitigación ambiental y social para garantizar que no se produzca un daño económico grave ni irreparable a las comunidades que dependen de los recursos marinos. Los estudios técnicos y ambientales presentados por el Titular indican que la instalación y operación de la desaladora no afectará de manera significativa ni permanente la biodiversidad marina ni la disponibilidad de especies comerciales. La descarga de salmuera será gestionada mediante tecnología de difusión avanzada, asegurando que la concentración de sales se diluya rápidamente y evitando impactos en los ecosistemas locales. Además, el proyecto cumple con la normativa chilena (DS 90/2001) y estándares internacionales, garantizando que los efluentes no representen un riesgo ambiental.

En cuanto al impacto económico, para la implementación de este Proyecto, el Titular ha analizado el caso de la desaladora de Caldera, que opera bajo condiciones similares y ha demostrado que la pesca artesanal y las actividades marinas pueden coexistir sin afectaciones significativas; y que estas actividades no han registrado pérdidas en la recolección de mariscos ni en la economía de los trabajadores del mar.

Adicionalmente, el Titular ha propuesta la implementación de un Programa de Monitoreo Participativo (ver documento en la Adenda), que permitirá a la comunidad supervisar de manera transparente las operaciones del proyecto, asegurando que cualquier inquietud sea atendida con base en datos técnicos. Se desarrollarán instancias de diálogo y capacitación, además de medidas de apoyo para fortalecer las actividades económicas locales y garantizar que la comunidad pueda continuar con su estilo de vida sin perjuicio.

Por lo tanto, en base a los estudios técnicos realizados y las estrategias de mitigación implementadas, no se prevé un daño económico grave ni irreparable para las familias que dependen de los recursos marinos.

Entendiendo la importancia de proteger los recursos marinos para las comunidades de pescadores artesanales, quienes son actores clave en la preservación de estos ecosistemas, se informa que el diseño y operación de la planta desalinizadora presenta una serie de medidas que tienen como objetivo garantizar que los impactos en el entorno marino sean mínimos y localizados.

Respecto del impacto de la salmuera en el ecosistema marino, se informa que la salmuera es el agua residual generada durante el proceso de desalación. En términos simples, es agua de mar con una concentración de sal algo mayor que la natural. Para dar un contexto más claro, la salinidad natural del mar (PSU Mar) en la zona se incrementará solo en +1,7 PSU en el punto de descarga, lo que representa un cambio muy pequeño y localizado. Estudios recientes y monitoreos de plantas desalinizadoras en operación han demostrado que este leve incremento en la salinidad no afecta negativamente a las especies marinas. En efecto, según investigaciones, las especies como los peces y moluscos presentes en la zona son capaces de tolerar variaciones mucho mayores en la salinidad. Por ejemplo:

142. Pulpos y lenguados: Pueden habitar aguas con incrementos de salinidad de +2 a +3 PSU.
143. Erizos de mar: Soportan hasta +6 a +8 PSU.
144. Algas y otros organismos bentónicos: Toleran hasta incrementos de +10 PSU.

Esto significa que el incremento de +1,7 PSU generado por la planta desalinizadora se encuentra muy por debajo de los niveles que podrían afectar a las especies locales, incluyendo los cardúmenes que transitan la zona.

Para asegurar que los impactos sean mínimos, el proyecto incluye tecnologías avanzadas para la gestión de la salmuera a través de la instalación de difusores en la descarga, diseñados para dispersar la salmuera de manera uniforme en el agua. Esta tecnología reduce rápidamente la concentración de sal en el área cercana a la descarga, permitiendo que la salinidad vuelva a los niveles naturales en

pocos metros. Además, la descarga de salmuera no genera cambios significativos en la temperatura del agua, evitando cualquier impacto térmico.

Además, el Proyecto propone monitoreo continuo y cumplimiento normativo, a través de la implementación de un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional), el que contempla monitoreos periódicos para medir parámetros como salinidad, temperatura y calidad del agua en puntos georreferenciados alrededor de la descarga. Estos monitoreos no solo garantizarán que las operaciones se realicen dentro de parámetros seguros, sino que también permitirán ajustar cualquier operación si se detectan desviaciones. Además, la planta desalinizadora cumple estrictamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N° 90/2000, asegurando que las descargas no representen un riesgo para el ecosistema marino ni para las actividades pesqueras.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

145. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:

146. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
147. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
148. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una "zona crítica de desove" ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV "Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)", cuyo objetivo es "*disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas*" (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Por último, el Titular presentó el CAV "*Soft Star de pilotaje*" cuyo objetivo es "*permitir la detección temprana de*

las actividades por parte de la fauna marina, facilitando su desplazamiento natural fuera de la zona de impacto" (ver Cuadro 7.7 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en	Número de individuos	Tipo de registro	Estadode conservación

		el área del proyecto?	observados		
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

149. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
150. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
151. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar

al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura, la que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta

configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

152. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
153. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

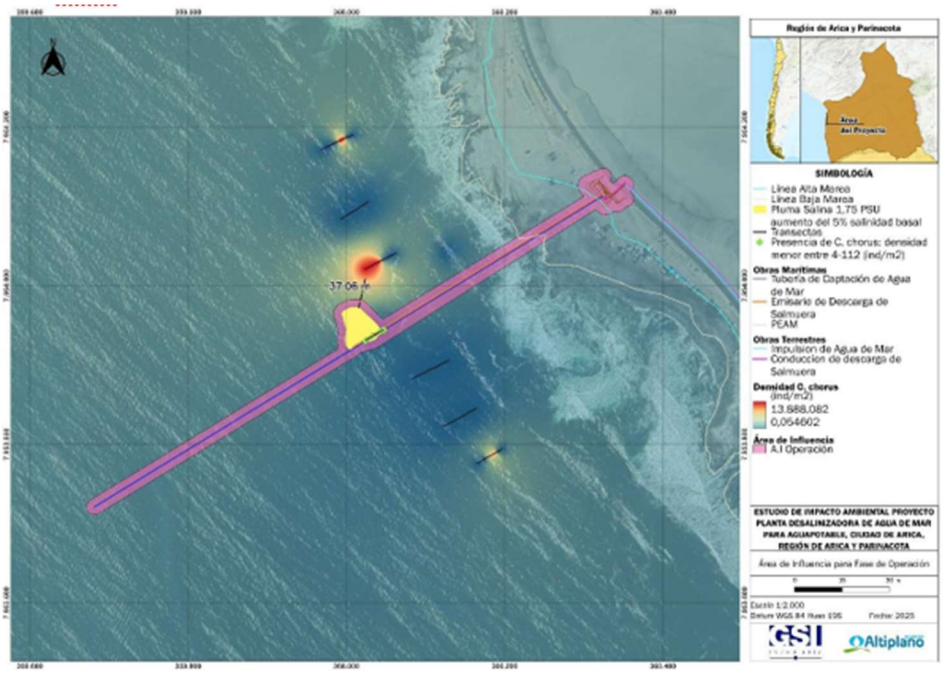
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área

corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    49. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    50. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    51. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    64. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    65. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    66. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.

11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

En cuanto a la Playa Arenillas Negras, el impacto sobre el ecosistema costero y las actividades recreativas y económicas, el Proyecto presenta medidas para minimizar su impacto:

13. Fase de Construcción: Durante los 23 meses de construcción, solo un 2,8% de la playa (aproximadamente 1.119 m²) se verá afectado por las actividades de construcción, mientras que el 97,2% restante de la playa continuará disponible para actividades recreativas y económicas.
14. Fase de Operación: Una vez concluida la fase de construcción, la infraestructura de la desaladora será soterrada, lo que permitirá devolver la playa a su uso habitual de inmediato. De este modo, las actividades económicas y recreativas podrán continuar sin interrupciones.

En cuanto a la sostenibilidad económica de las actividades marinas que desarrollan pescadores artesanales y recolectores de orilla, el Titular reconoce que, en el sector de Playa Arenillas Negras, en la ciudad de Arica, existen personas que desarrollan actividades relacionadas con el mar, principalmente pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla. Estas actividades forman parte de la vida cotidiana de quienes utilizan el borde costero y constituyen una fuente de trabajo, ingreso y también de abastecimiento de recursos marinos, desarrollándose históricamente en distintos sectores del litoral de Arica.

Con el objetivo de comprender cómo se utiliza el sector de Arenillas Negras y su entorno, durante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el Titular realizó entrevistas y reuniones con organizaciones y personas que utilizan el borde costero, incluyendo pescadores y otros usuarios del sector. Dichas entrevistas permitieron recoger antecedentes sobre las actividades que se realizan en el área, el uso del borde costero y la relación de las comunidades locales con el mar. A partir de la información recopilada fue posible identificar sindicatos y agrupaciones de pescadores artesanales del litoral de Arica, cuyos integrantes desarrollan actividades de pesca, buceo mariscador y recolección de orilla en distintos sectores del borde costero. De todas maneras, el Titular presentó el CAV "*Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres*" cuyo objetivo es "*contar con medidas de seguridad asociadas a las obras marítimas y garantizar la entrega de información oportuna a los grupos humanos sobre estas disposiciones*" (ver Cuadro 7.11 del Anexo 7 de la Adenda Excepcional).

Algunos de los integrantes de estas organizaciones también utilizan el sector de Arenillas Negras, ya sea para realizar actividades de extracción de recursos marinos o como punto de acceso al mar. Asimismo, se consideró información del Registro Pesquero Artesanal (RPA) administrado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), que corresponde al registro oficial donde se inscriben las personas que realizan actividades de pesca artesanal, buceo mariscador o recolección de orilla. Este registro permite identificar a quienes desarrollan formalmente estas actividades en la región. En el Estudio el Titular destaca que quienes desarrollan actividades de pesca artesanal, buceo o recolección no utilizan siempre un único punto del mar, sino que se desplazan por distintos sectores del litoral dependiendo de factores como la disponibilidad de recursos marinos, las condiciones del

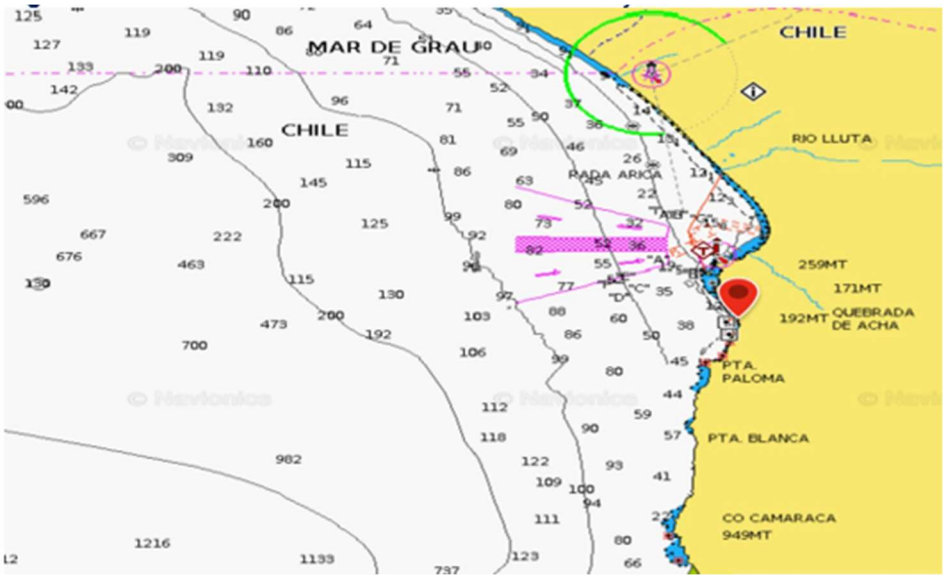
mar y la temporada del año. Por esta razón, el sector de Arenillas Negras forma parte de un espacio más amplio del borde costero de Arica, utilizado por pescadores y recolectores en distintos momentos para desarrollar sus actividades.

En cuanto a la caracterización realizada respecto del uso actual del área, de acuerdo con la información recopilada por el Titular y presentada durante la evaluación ambiental del Estudio, este sector es utilizado como zona de acceso al mar y área de trabajo, donde se desarrollan distintas actividades relacionadas con la extracción de recursos marinos. Las actividades se realizan tanto desde la orilla como desde embarcaciones menores, dependiendo del tipo de recurso que se busca y de las condiciones del mar. Entre las principales actividades que se desarrollan en el litoral cercano a Arenillas Negras se encuentran la pesca artesanal, generalmente desde embarcaciones menores; buceo mariscador, mediante el cual se extraen recursos desde el fondo marino y recolección de orilla, que consiste en la extracción manual de recursos en la zona intermareal. Las actividades no se concentran en un solo punto, sino que se desarrollan a lo largo del litoral y pueden variar según la disponibilidad de recursos y las condiciones del mar.
En relación con las profundidades en que se desarrollan estas actividades, se puede distinguir lo siguiente:

11. Entre el veril 1 y 30 metros de profundidad: En este rango se concentran principalmente las actividades de buzos mariscadores y recolectores de orilla, ya que corresponde a zonas más cercanas a la costa donde habitualmente se encuentran los recursos que recolectan.
12. Entre el veril 30 y 50 metros de profundidad: En este rango, de mayor profundidad, las actividades son realizadas principalmente por pescadores artesanales, quienes operan en un área más amplia del mar y acceden a recursos que se encuentran en estos sectores.

Estos rangos de profundidad no son exclusivos del sector del Proyecto, sino que se extienden a lo largo de todo el litoral de Arica, formando parte de la configuración natural de la costa, lo que se puede observar en la siguiente figura elaborada a partir de información oficial, donde se muestra la continuidad de estos veriles en el borde costero:

Figura. Profundidades del mar en costas cercanas al Proyecto.



Fuente: Gisoc, Con Base En Software Navionics. El Sector Donde Se Ubica El Proyecto Se Indica En Color Rojo. Los Metros De Profundidad Se Indican En Números Asociados A Las Líneas Batimétricas.

Como se puede ver, el área donde se emplaza el Proyecto corresponde a una parte del litoral donde estas actividades se desarrollan de manera habitual, al igual que en otros sectores de la costa.

Durante la fase de construcción del Proyecto se desarrollarán diversas obras en el borde costero y en el sector marino frente a Playa Arenillas Negras. Estas actividades implican una interacción con las labores que habitualmente realizan pescadores artesanales, buzos mariscadores y recolectores de orilla, principalmente debido a la ocupación temporal de un sector específico del mar y a la necesidad de resguardar la seguridad de las personas durante la ejecución de las obras. La interacción se produce porque, mientras se ejecutan los trabajos, será necesario establecer áreas de resguardo en torno a las faenas marítimas. Estas áreas corresponden a zonas acotadas en las que, por motivos de seguridad, se restringe temporalmente el tránsito de embarcaciones y el acceso de personas. Su implementación responde a prácticas habituales en este tipo de proyectos y tiene por finalidad evitar accidentes durante el desarrollo de actividades constructivas.

98. Observante: Comision de Salud y Medio Ambiente del COSOC

Observación N° 250:

Impacto ambiental flora y fauna: Las especies marinas sufrirán un gran impacto por el trabajo en la superficie marina, además de las tronaduras

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En relación con los supuestos daños ambientales, flora y fauna, así como laborales como el daño directo a la economía familiar, se informa que el Titular del Proyecto ha presentado el diseño de una serie de medidas para gestionar los posibles impactos en el ecosistema marino y la vida económica de la región.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por ello, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

15. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
16. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
17. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
18. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una “zona crítica de desove” ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la

presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025. Respecto de los lobos marinos el Titular presentó el CAV “Disuasión de lobos marinos (Otaria flavescens)”, cuyo objetivo es disuadir y/o inducir el abandono de ejemplares de lobos marinos Otaria flavescens, en el área a intervenir, con maquinarias que generen emisiones acústicas subacuáticas (ver Cuadro 7.3 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación

Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)
Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

19. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
20. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
21. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios

indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este

proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

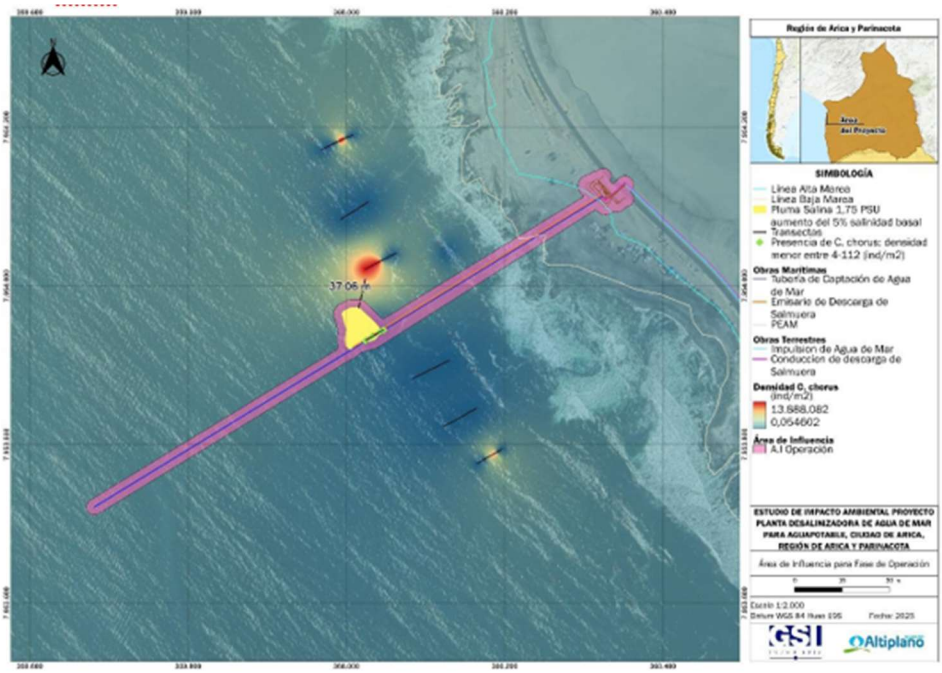
22. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
23. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco

y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

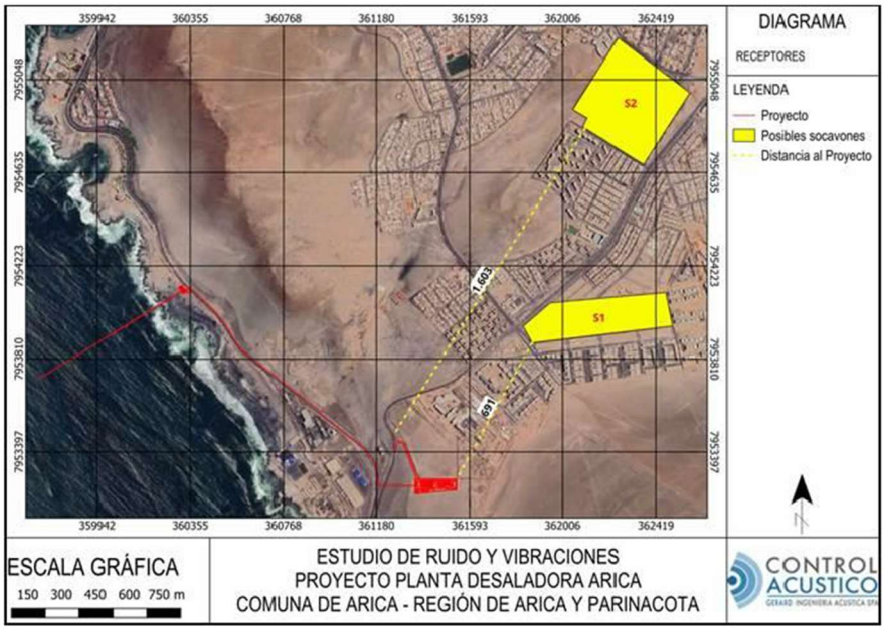
En relación con el aspecto ambiental relacionado con las tronaduras, se informa que siempre que se implementa un Proyecto en áreas que interactúan con el medio humano, como es el caso de Playa Arenillas Negras, se realiza una evaluación de los posibles impactos en los receptores cercanos, que son las personas y comunidades que dependen directamente de esos recursos. En este caso, se han tenido en cuenta los usos sociales, económicos y culturales de la playa por parte de las familias de orilleros y recolectores. Es importante destacar que, en este Proyecto, se han realizado estudios no solo sobre el impacto ambiental en los ecosistemas marinos, sino también sobre los posibles efectos en las actividades humanas que se desarrollan en la zona, especialmente aquellas relacionadas con el uso de la playa y los recursos marinos. De manera complementaria, se informa que el Titular presentó el CAV "Protección de la Fauna Marina durante Tronaduras", cuyo objetivo es evitar la afectación en la fauna marina durante las tronaduras necesarias para la excavación de zanjas (ver Cuadro 7.4 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). Además, se presentó el CAV "Protección de la Fauna Marina mediante Cortina de Burbujas durante Tronaduras" cuyo objetivo es "atenuar la propagación del ruido impulsivo generado por las tronaduras submarinas, reduciendo la exposición acústica de la fauna marina potencialmente presente en el área de intervención" (ver Cuadro 7.6 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

En relación con la preocupación manifestada por la comunidad respecto de una posible afectación a la generación, reactivación o agrandamiento de socavones producto de las obras del Proyecto, el Titular ha informado que el Proyecto comprende algunas actividades constructivas que pueden generar ruido y también vibraciones (ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria). Aunque ambas situaciones pueden percibirse de forma similar por las personas, desde el punto de vista físico no producen el mismo efecto sobre el entorno. En términos simples, el ruido corresponde a una onda que se transmite principalmente por el aire, mientras que las vibraciones se transmiten directamente por el suelo. Por esta razón, si se quiere analizar una eventual relación entre las obras del Proyecto y la estabilidad del terreno, el análisis debe centrarse en las vibraciones, ya que ese es el único mecanismo físico que, en teoría, podría interactuar con el subsuelo.

Para poder analizar esta inquietud, primero fue necesario identificar de manera referencial los sectores donde la comunidad ha reportado la existencia de socavones o problemas asociados a este fenómeno. Debido a ello, el titular recurrió a antecedentes de carácter público y referencial, principalmente información terciaria disponible en noticias y reportes de acceso público relacionados con eventos cercanos al área de estudio. De acuerdo con información pública disponible de la Municipalidad de Arica y antecedentes difundidos en medios de prensa regional y nacional.

En particular, se consideraron los sectores de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), con su respectivo receptor más cercano Altos del Mar (S1) y la obra del camino de acceso con su respectivo receptor más cercano Lomas de Miramar (S2), donde se han registrado eventos de socavones en años anteriores y recientes, según lo informado en medios de prensa regional y nacional. A continuación, en la siguiente Figura se aprecian dichos puntos y su descripción se detalla en el Cuadro siguiente:

Figura. Ubicación de posibles socavones.



Fuente: Figura 62 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Como esos reportes no indican la ubicación exacta de cada cavidad, se delimitaron áreas aproximadas donde este fenómeno habría ocurrido. Luego, el análisis se hizo considerando el punto de cada una de esas áreas que está más cerca del Proyecto, ya que ese sería el lugar donde podría presentarse el mayor efecto de vibración.

Tabla. Ubicación y descripción de puntos de medición.

Obra	Receptor más cercano	Descripción	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
					Datum WGS 84 Huso 19 K	
					Este	Norte
PTOI	S1	Condominio Altos del Mar ubicado en intersección de calle San Ignacio de Loyola con calle Rafael Sotomayor.	691	Residencial	361.871	7.953.880
Camino de acceso	S2	Condominio Lomas de Miramar ubicado en calle Chiguayante.	1603	Residencial	362.108	7.954.831
	Nota: Coordenadas obtenidas mediante software.					

Fuente: Tabla 144 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es importante señalar que esta identificación tiene un carácter conservador y preliminar, ya que no corresponde a una localización oficial, georreferenciada o levantada en terreno específicamente para esta observación. En otras palabras, se trabajó con la mejor información disponible para hacerse cargo de la preocupación planteada, aun cuando no se contó con coordenadas exactas ni con un catastro formal de socavones entregado por quienes realizaron la observación.

Una vez definidos estos sectores de referencia, el paso siguiente consistió en evaluar de qué manera, desde un punto de vista físico, las actividades del Proyecto podrían eventualmente relacionarse con un fenómeno de esta naturaleza. En ese marco, el análisis considera que una posible interacción solo podría darse si las vibraciones generadas por las obras llegaran al terreno con una intensidad suficiente como para producir movimientos relevantes en el subsuelo. Para estudiar esa posibilidad, se utilizó como parámetro la velocidad pico de partícula o PPV, que es una medida comúnmente utilizada para evaluar la intensidad de las vibraciones producidas por actividades como tronaduras, golpes de hincado o tránsito de maquinaria pesada.

Dicho de manera sencilla, este indicador permite estimar cuán fuerte "se mueve" el terreno producto de una fuente de vibración y cómo ese movimiento disminuye a medida que aumenta la distancia respecto del lugar donde ocurre la actividad. Por ello, calcular este valor en los sectores donde se ha reportado la presencia de socavones permite contar con una primera aproximación técnica para evaluar si las vibraciones del Proyecto podrían o no tener la capacidad de influir en ese tipo de fenómeno.

Para evaluar las vibraciones del Proyecto, no se usa un solo método para todas las actividades, ya que el tipo de vibración cambia según la fuente que la genera. En otras palabras, no vibra de la misma forma una maquinaria pesada que opera de manera continua, como un rodillo vibratorio, que una tronadura, que genera una vibración puntual y de corta duración, pero de mayor intensidad.

Por esta razón, la evaluación considera una metodología distinta según la actividad analizada:

24. Para maquinaria pesada, se utilizó la metodología del manual norteamericano "*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*" (FTA), descrita en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria apartado "Vibraciones generadas por maquinarias". Este método se aplica a fuentes de vibración continua o repetitiva, como el

tránsito y operación de equipos de construcción. En este caso, la maquinaria seleccionada para la evaluación fue el rodillo vibratorio, por corresponder al equipo que genera la mayor vibración continua dentro de las obras consideradas.

25. Para las tronaduras, se utilizó el método propuesto por la norma australiana AS 2187.2-2006, descrito en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria, apartado "Vibraciones generadas por tronaduras". Este método se emplea específicamente para eventos de vibración impulsiva, como las explosiones, y permite calcular la velocidad pico de partícula (PPV) en función de la carga de explosivo y de la distancia entre la tronadura y el punto evaluado (receptor).

De esta forma, la evaluación se desarrolló usando, para cada caso, el método técnico más adecuado según el tipo de actividad. Así, para las vibraciones continuas se consideró la maquinaria más exigente, que es el rodillo vibratorio, y para las vibraciones de mayor intensidad puntual se consideraron las tronaduras, permitiendo analizar de forma representativa los escenarios más relevantes del Proyecto.

Luego de proyectar las vibraciones, los valores se compararon con un criterio técnico de referencia internacional, utilizado para revisar si una vibración pudiese llegar a producir daños en construcciones. En este caso, se aplicó el criterio más exigente de la guía utilizada, es decir, el más conservador, de manera de evaluar la situación con un margen de seguridad mayor. El valor de referencia considerado fue de 0,12 [in/s], que corresponde a un nivel a partir del cual podrían presentarse daños menores en construcciones livianas o sensibles, como pequeñas grietas superficiales o movimientos leves en algunos elementos no estructurales. Es importante señalar que este valor de referencia no corresponde a un escenario de colapso del terreno ni a la formación de socavones, sino a posibles efectos menores en edificaciones.

Al realizar la proyección para los puntos evaluados, los resultados obtenidos fueron menores a 0,01 [in/s] en ambos casos analizados. Esto significa que las vibraciones estimadas para la maquinaria del Proyecto son muy inferiores al valor de referencia de 0,12 [in/s]. En términos simples, el nivel de vibración proyectado es tan bajo que se encuentra muy por debajo del nivel que, en un escenario más exigente, podría llegar a producir daños menores en construcciones sensibles. Por lo tanto, las vibraciones esperadas por el uso de maquinaria pesada no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla. Proyección de PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada.

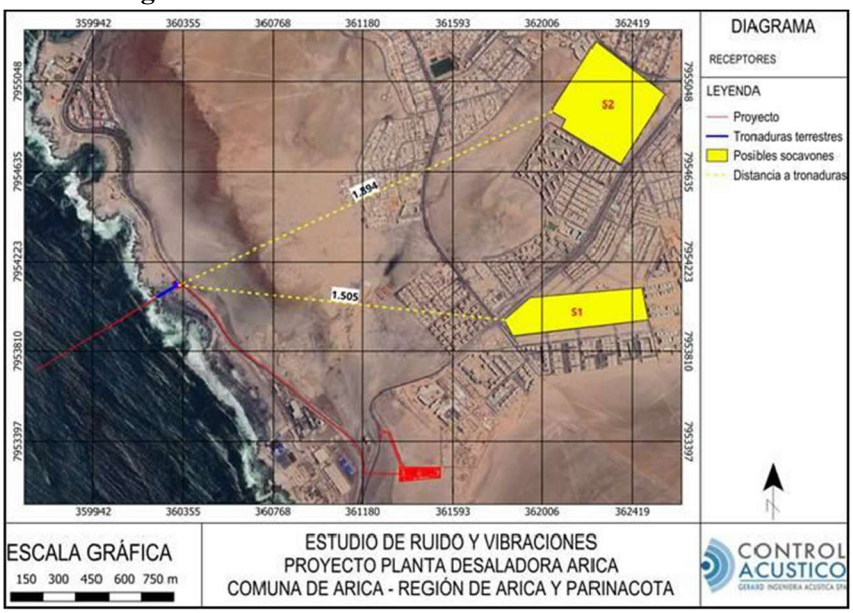
Obra	Receptor más cercano	Maquinaria	Distancia [m]	Distancia* [ft]	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
PTOI	S1	Rodillo vibratorio	691	2.267	< 0,01	0,12	Cumple
PEAM	S2	Rodillo vibratorio	1.603	5.259	< 0,01	0,12	Cumple
	*Valor aproximado al entero más cercano.						

Fuente: Tabla 145 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En ambos casos, los valores cumplen ampliamente con el criterio de referencia utilizado. Por ello, de acuerdo con esta evaluación, las vibraciones generadas por la maquinaria pesada del Proyecto no presentan potencial para producir daños en el terreno, ni para favorecer la formación de nuevos socavones, ni para agravar aquellos que han sido reportados de manera referencial por la comunidad.

Respecto de la consulta acerca de las tronaduras, también se realizó una estimación para conocer cuánta vibración podría llegar a los sectores evaluados. Para ello, los resultados se compararon con un valor de referencia, pensado para construcciones muy sensibles a las vibraciones, como edificaciones antiguas o protegidas. El valor de referencia utilizado fue de 3 [mm/s], que corresponde a un criterio muy conservador, de manera de evaluar el escenario con un alto nivel de resguardo. Para calcular la vibración proyectada por las tronaduras, se utilizó una metodología técnica internacional, que permite estimar cuánta vibración llega a un punto según dos factores principales: la cantidad de explosivo que detona en cada momento, y la distancia entre la tronadura y el lugar evaluado. En términos simples, mientras más lejos se encuentra un punto respecto de la tronadura, menor es la vibración que le llega. Con esta metodología, se analizaron los puntos de evaluación definidos para esta observación. Los resultados muestran lo siguiente:

Figura. Distancia de socavones a tronaduras terrestres.



Fuente: Figura 63 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es decir, la vibración estimada por las tronaduras del Proyecto es entre 30 y 40 veces menor que el valor de referencia utilizado para una condición muy sensible. Por lo tanto, de acuerdo con esta evaluación, las tronaduras previstas no presentan potencial para afectar la estabilidad del terreno, ni para producir daños en estructuras, ni para contribuir a la formación o agrandamiento de socavones en los puntos analizados. En base a la evaluación realizada, se concluye que las vibraciones proyectadas por el Proyecto, tanto las asociadas al uso de maquinaria como las

generadas por tronaduras, son bajas y no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno en los sectores analizados.

En el caso de la maquinaria pesada, los valores estimados fueron menores a 0,01 [in/s], lo que equivale aproximadamente a 0,25 [mm/s]. En el caso de las tronaduras, los valores proyectados fueron de 0,10 [mm/s] y 0,07 [mm/s] en los puntos evaluados. Todos estos resultados se encuentran muy por debajo de los valores de referencia internacionales que se utilizan para revisar posibles efectos sobre estructuras o sobre el suelo. En otras palabras, las vibraciones estimadas para el Proyecto son muy inferiores a los niveles que podrían generar algún tipo de daño.

También es importante considerar que los sectores analizados, correspondientes a Altos del Mar y Lomas de Miramar, se encuentran a una distancia considerable de las obras del Proyecto. Esto significa que, a medida que la vibración se aleja de su fuente, va perdiendo fuerza de manera natural, por lo que llega mucho más débil a esos lugares.

Junto con lo anterior, es importante explicar que la existencia de socavones no depende solo de que haya vibraciones en una zona. Este tipo de fenómeno normalmente se relaciona con condiciones propias del terreno y del subsuelo, así como con la presencia y circulación de agua bajo la superficie. Por ejemplo, puede asociarse a filtraciones, erosión interna del suelo, cavidades subterráneas, arrastre de material fino o problemas de drenaje que ya existen previamente en un sector. Por eso, no basta con que una persona perciba ruido o una vibración menor para concluir que se producirá un socavón.

Asimismo, con la información revisada en la línea de base y en las fuentes públicas consultadas, los socavones reportados en la comuna de Arica corresponden a situaciones puntuales que se relacionan con características preexistentes del terreno y del drenaje subterráneo, y no con actividades similares a las consideradas en este Proyecto.

Por lo tanto, el análisis realizado no parte de la idea de que el Proyecto vaya a generar socavones, sino que responde de manera preventiva a la inquietud planteada por la comunidad, revisando si existe una posibilidad física real de que las vibraciones de las obras puedan influir en este fenómeno. A partir de esa revisión, y considerando los valores obtenidos, la distancia a los sectores evaluados y la naturaleza de los socavones reportados, se descarta que las actividades del Proyecto puedan generar, agravar o contribuir a la aparición de nuevos socavones en los sectores identificados como sensibles.

Observación N° 251:

Impactos significativos: El proyecto en si no valora que cada verano los ciudadanos asisten a la playa. Los pescadores viven de la pesca. La arqueología y paleontología, hay que cuidar nuestra cultura.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

En cuanto al uso recreativo de la playa, Arenillas Negras ha sido un importante destino turístico, especialmente en los meses de verano. Los estudios de impacto han confirmado que la accesibilidad a la playa no se verá restringida, que el paisaje se mantendrá intacto y que la calidad del agua será preservada, permitiendo que las familias de Arica continúen disfrutando del espacio sin alteraciones. La integración del proyecto con la comunidad y las autoridades locales ha sido clave para garantizar que las actividades recreativas sigan su curso sin interferencias. Además, se debe aclarar que la playa no será privatizada, ni cerrada al público. Al respecto, se debe tener presente, durante la evaluación ambiental del Proyecto, lo siguiente:

26. Durante la construcción (23 meses), solo el 2,8% de la playa estará temporalmente intervenida.
27. Después de la construcción, la infraestructura será soterrada y la playa quedará disponible para su uso habitual.
28. El acceso a Arenillas Negras seguirá abierto para todas las actividades recreativas y deportivas.

Específicamente en relación con los Grupo Humanos en el sector de la Playa Arenillas Negras, en donde existen personas que utilizan la playa y el mar con fines deportivos y recreativos, principalmente para la práctica de surf y bodyboard, además de otras actividades vinculadas al baño y al uso recreativo del borde costero, de acuerdo con la información levantada por el Titular durante el proceso de evaluación ambiental, en este sector participan tanto deportistas que practican estas actividades de manera habitual como organizaciones y escuelas deportivas que desarrollan clases y actividades formativas, especialmente con niños, niñas y adolescentes.

La información recopilada permitió identificar que en Arenillas Negras existe un uso deportivo del espacio costero asociado, principalmente, a la enseñanza y práctica del surf y del bodyboard, reconociéndose la presencia de clubes y agrupaciones que utilizan el sector para estos fines. En este contexto, Arenillas Negras no corresponde solo a una playa de uso libre, sino también a un espacio que es valorado por parte de la comunidad como lugar de aprendizaje, encuentro y práctica deportiva.

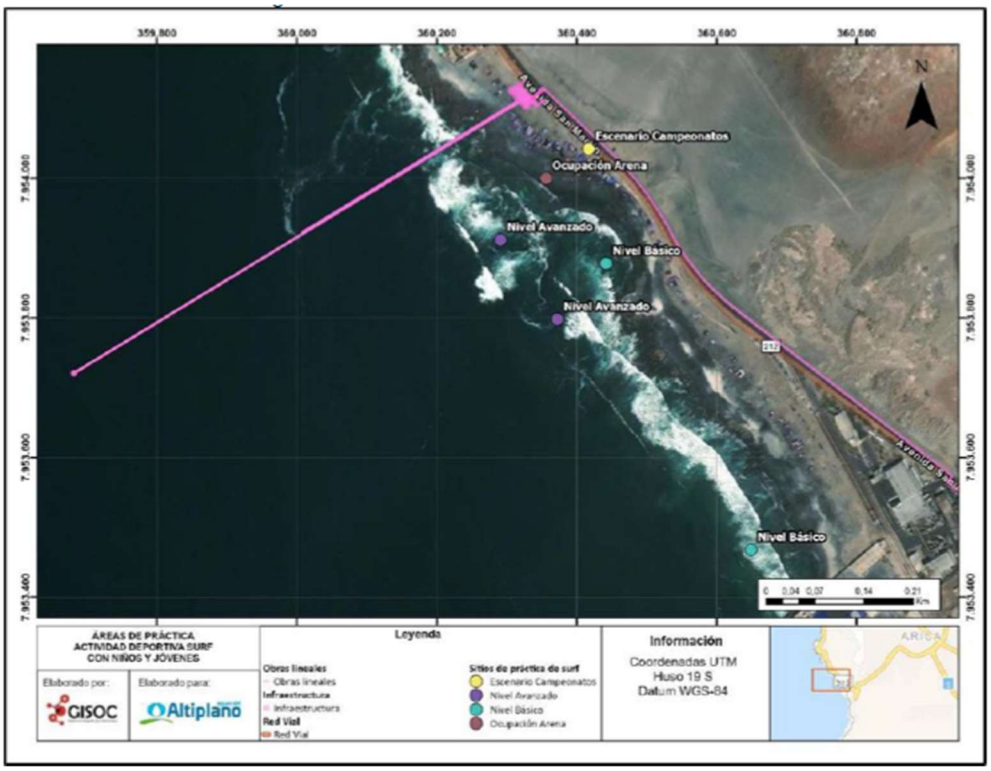
La caracterización del uso actual del área señala que el sector de Playa Arenillas Negras presenta un uso activo y permanente asociado a actividades deportivas y recreativas vinculadas al borde costero y al mar. A partir del levantamiento de información en terreno y del análisis del uso del área, se identifica que este espacio es utilizado de manera sistemática por distintos grupos de usuarios, configurando un patrón de ocupación bien definido tanto en términos espaciales como funcionales. El principal uso del área corresponde a la práctica de deportes acuáticos, destacando el surf y el bodyboard como las actividades predominantes. Estas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, donde las condiciones de oleaje permiten la ejecución de estas disciplinas. Se

trata de un uso frecuente del espacio, con presencia de usuarios durante gran parte del año, intensificándose en horarios diurnos y en temporadas de mejores condiciones climáticas.

Asimismo, se identifica la presencia de actividades formativas asociadas a estas disciplinas, las cuales se desarrollan en sectores específicos de la playa donde las condiciones del mar son más adecuadas para la enseñanza. Estas actividades involucran a instructores y alumnos, incluyendo niños, niñas y adolescentes, consolidando el área como un espacio de aprendizaje y uso comunitario. De manera complementaria, el sector es utilizado para actividades recreativas, tales como baño, permanencia en la playa y uso general del borde costero. Este tipo de uso se concentra principalmente en la franja de arena y en sectores someros del mar, generando una diferenciación natural respecto de las zonas utilizadas para la práctica deportiva. Al respecto el Titular presentó el CAV "*Apoyo en traslado de niños y adolescentes de escuelas de surf a sitios donde puedan desarrollar la actividad*" cuyo objetivo es "*garantizar la continuidad de la enseñanza del surf a niños y adolescentes de manera segura, a través del apoyo en el traslado de los alumnos de las escuelas Club Deportivo Social y Cultural Sin Límites y Club Deportivo Chinchorro a las playas Las Machas y Chinchorro, durante dos periodos estivales*" (ver Cuadro 7.10 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Desde el punto de vista espacial, se observa una distribución clara del uso del área. En efeto, las actividades deportivas se concentran en la zona de oleaje, correspondiente a un sector superficial y cercano a la costa, mientras que las actividades recreativas de baño se desarrollan en sectores aún más próximos a la orilla. No se identifica un uso relevante asociado a actividades deportivas en sectores de mayor profundidad alejados del borde costero. Esta distribución se presenta en la siguiente Figura, en donde se identifican los sectores utilizados para la práctica de surf, incluyendo zonas diferenciadas por nivel (básico y avanzado), así como el área de ocupación en la zona de rompiente.

Figura. Área de desarrollo de actividades de enseñanza deportiva en Arenillas Negras.



Fuente: Figura 50 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

A partir de esta representación, se confirma que el uso deportivo del área se encuentra concentrado en la zona costera y superficial, sin extenderse hacia sectores más profundos del mar. Esta condición permite establecer una diferenciación espacial clara entre las áreas utilizadas por las personas y aquellas donde se emplazan las obras del proyecto. Finalmente, es relevante señalar que este patrón de uso responde a la dinámica propia del borde costero, donde las actividades deportivas y recreativas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente, en función de las condiciones de oleaje y la accesibilidad desde tierra.

En relación con el análisis de la interacción del Proyecto en las distintas fases del Proyecto con las actividades deportivas identificadas en el sector de Playa Arenillas Negras, así como la distribución espacial de dichas actividades en relación con las obras proyectadas, la caracterización del uso del área presentada por el Titular, indica que las actividades deportivas se desarrollan principalmente en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa. Esta condición resulta clave para evaluar la interacción con el proyecto, dado que las obras y sus efectos se localizan en sectores diferenciados del medio marino.

Para la fase de construcción, las principales actividades del proyecto que podrían generar interacción con las actividades deportivas corresponden a la ejecución de obras marítimas, incluyendo la instalación de infraestructura en el borde costero y en el medio marino. Dichas actividades pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área, así como la intervención puntual del fondo marino en sectores específicos. En este contexto, la interacción con las actividades deportivas se relaciona principalmente con posibles restricciones temporales de acceso a

determinados sectores del mar durante la ejecución de las obras. No obstante, considerando la distribución espacial del uso del área, se observa que:

29. Las actividades deportivas se concentran en la zona de rompiente, cercana a la línea de costa.
30. Las obras marítimas se desarrollan en sectores acotados y de manera temporal.

En función de lo anterior, se informa que la interacción en la fase de construcción corresponde a una interferencia localizada y transitoria, limitada al período de ejecución de las obras, sin implicar una alteración permanente del uso deportivo del área. Asimismo, una vez finalizadas las obras, las condiciones del sector retornan a su estado habitual, permitiendo la continuidad de las actividades deportivas en la zona de rompiente.

En la fase de operación, el principal elemento a considerar es la descarga de salmuera al medio marino. En este caso, la salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la salinidad natural del agua de mar, la cual en el sector no supera los 35 g/L. Sin embargo, las características de esta descarga permiten establecer que no se genera interacción con las actividades deportivas, debido a los siguientes aspectos:

31. En primer lugar, la descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades de surf, bodyboard y baño, las cuales se concentran en la zona de rompiente.
32. En segundo lugar, debido a su mayor densidad, la salmuera tiende a mantenerse en capas más profundas del agua, favoreciendo su dispersión en el fondo marino y limitando su ascenso hacia la superficie.
33. Adicionalmente, la descarga considera un proceso de rápida dilución, lo que reduce significativamente la concentración de salinidad en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En este contexto, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de oleaje ni el área de uso recreativo, donde se concentran los deportistas. Asimismo, aun en un escenario conservador en que pudiesen existir pequeñas fracciones de agua mezclada en sectores más someros, la variación de salinidad es acotada y cercana a las condiciones naturales del mar, sin generar efectos adversos sobre las personas ni afectar el desarrollo de actividades recreativas. En consecuencia, la interacción del proyecto con las actividades deportivas en fase de operación es nula o no significativa, dado que existe una clara separación espacial entre la descarga y la zona de uso, junto con condiciones de dilución que impiden cualquier afectación en la superficie del mar.

A partir del análisis de la interacción entre el proyecto y las actividades deportivas desarrolladas en el sector de Playa Arenillas Negras, se evalúan los potenciales impactos considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación. En términos generales, el uso del área por parte de deportistas se concentra en la zona de rompiente de las olas, es decir, en un sector superficial y cercano a la costa, lo que permite establecer una diferenciación espacial respecto de las áreas donde se desarrollan las obras y donde se produce la descarga de salmuera.

Durante la fase de construcción, los potenciales impactos se asocian principalmente a la ejecución de obras marítimas, las cuales pueden implicar la presencia de embarcaciones, equipos y personal en el área de intervención. En este contexto, el impacto identificado corresponde a una posible interferencia temporal en el uso del espacio marino, producto de restricciones de acceso a sectores puntuales durante el desarrollo de las obras. Sin embargo, este impacto presenta las siguientes características:

34. Es de carácter localizado, ya que las obras se desarrollan en sectores acotados del borde costero y del medio marino.
35. Es temporal, limitado exclusivamente al período de ejecución de las actividades constructivas.
36. No implica una alteración permanente de las condiciones del área ni de la dinámica del oleaje.

En consecuencia, el impacto sobre las actividades deportivas en fase de construcción se evalúa como no significativo, dado su carácter acotado en el espacio y en el tiempo.

En la fase de operación, el análisis se centra en la descarga de salmuera al medio marino. No obstante, considerando las características de esta descarga y la localización de las actividades deportivas, no se identifican impactos relevantes sobre los deportistas. En particular:

37. La descarga se realiza en un punto alejado de la costa y a mayor profundidad, fuera de la zona donde se desarrollan las actividades deportivas.
38. La salmuera presenta una salinidad aproximadamente un 5% superior a la natural, la cual no supera los 35 g/L, por lo que la diferencia es acotada respecto de las condiciones del mar.
39. La mayor densidad de la salmuera favorece su permanencia en capas profundas, evitando su presencia en la superficie.
40. La rápida dilución reduce la concentración en el medio receptor a corta distancia del punto de descarga.

En función de estos antecedentes, se establece que la pluma de salmuera no alcanza la zona de rompiente ni el área de baño, por lo que no existe interacción con las actividades deportivas. Asimismo, la leve variación de salinidad no genera efectos adversos en las personas ni modifica las condiciones necesarias para el desarrollo de actividades recreativas, como se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración. Comportamiento de la descarga vs la rompiente de las olas.



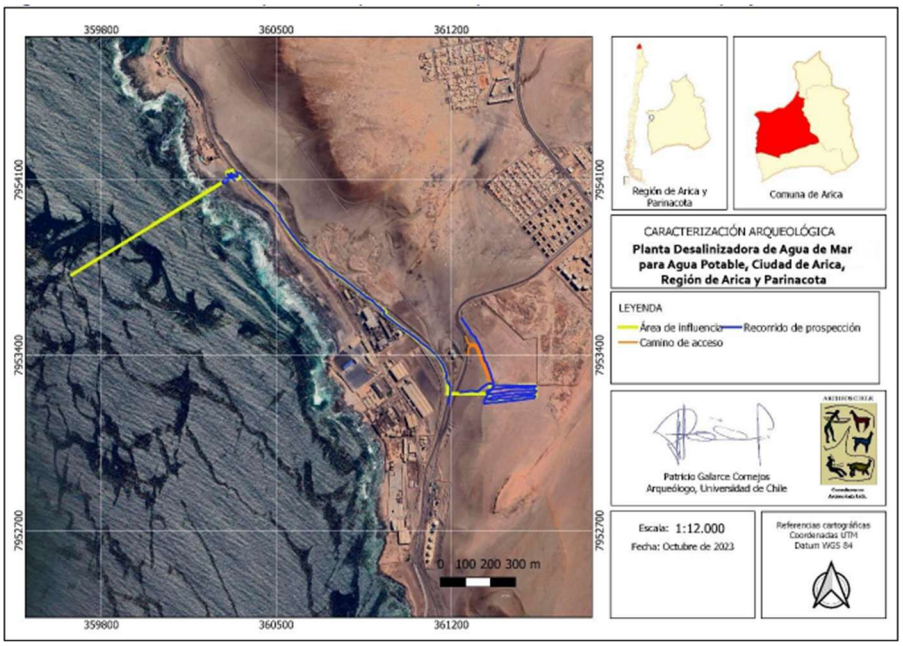
Fuente: ilustración 7 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En consecuencia, el impacto del Proyecto sobre las actividades deportivas en fase de operación se evalúa como no significativo, dado que no se produce alteración del uso del área ni de las condiciones del medio que permitan su desarrollo.

A partir de los antecedentes presentados, se concluye que las actividades deportivas y recreativas que se desarrollan en el sector de Playa Arenillas Negras, como el surf, el bodyboard y el baño, podrán continuar realizándose de la misma forma que en la actualidad. Esto se explica porque estas actividades ocurren en la zona de las olas, muy cerca de la orilla, mientras que las obras del proyecto y la descarga de salmuera se ubican en sectores más profundos y alejados de la costa, sin coincidir con los espacios donde las personas practican deporte o se bañan.

Respecto del componente arqueológico y como resultado de dichas prospecciones, se identificaron hallazgos de carácter arqueológico que corresponden a evidencias materiales de ocupaciones humanas pasadas, las cuales fueron registradas y evaluadas por el especialista a cargo. En función de sus características, contexto y valor patrimonial, estos hallazgos arqueológicos fueron considerados relevantes y, por lo mismo, el Proyecto debe aplicar un permiso específico para asegurar su protección antes de ejecutar obras. Ese permiso es el PAS 132, que regula cómo se maneja el patrimonio arqueológico cuando un proyecto puede afectarlo. Durante la primera etapa de la caracterización, se realizó una inspección visual del área del Proyecto, se planificó recorridos a pie en líneas paralelas, separadas entre sí cada 10 metros, de manera de revisar sistemáticamente toda la superficie y cubrir el 100% del área del proyecto. A continuación, se muestra en un mapa a escala, el trayecto realizado.

Figura. Prospección superficial o inspección visual del área del proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En las prospecciones se registraron 14 hallazgos arqueológicos, la mayoría correspondientes a ocupaciones prehispánicas, principalmente del período Intermedio Tardío, sin descartarse un posible caso de mayor antigüedad (probable arcaico), además de un hallazgo asociado al período colonial. En términos generales, estos resultados confirman lo indicado por la revisión bibliográfica respecto de una ocupación intensa del borde costero del sur de Arica desde tiempos antiguos. Sin embargo, también se constató que gran parte de las evidencias se encuentran alteradas, removidas o parcialmente destruidas por intervenciones industriales y constructivas históricas en el sector, por lo que los hallazgos registrados se ubican próximos a zonas altamente intervenidas y a acopios de sedimentos externos al lugar. A continuación, se muestran imágenes en terreno de algunos de los hallazgos constatados en el sitio arqueológico SA-01.

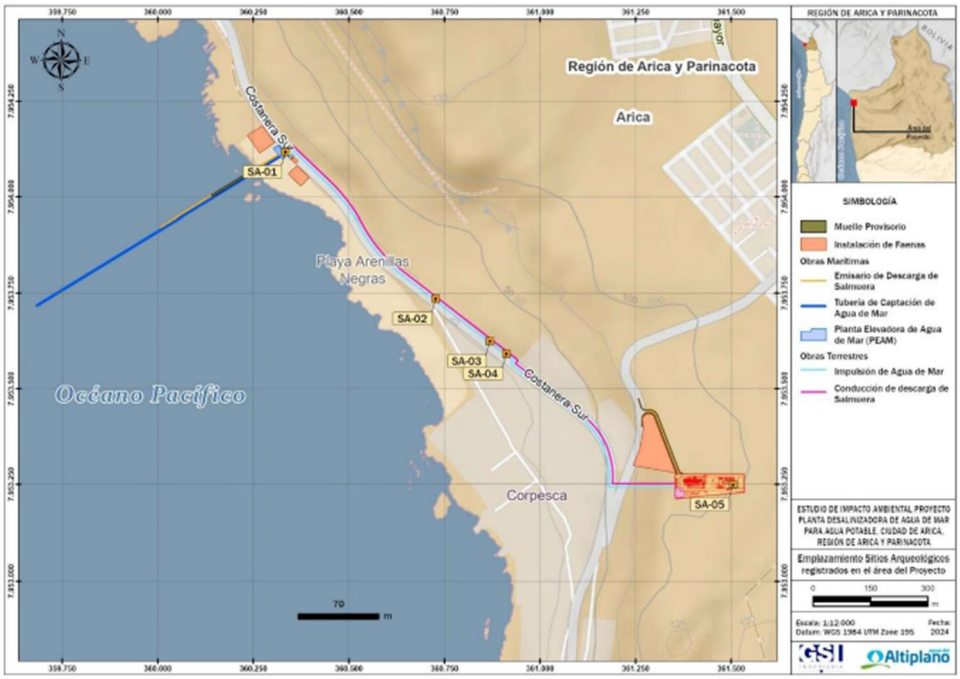
Imagen. Hallazgos del Sitio Arqueológico SA-01, Cultura Arica Período Intermedio Tardío.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Para ordenar y presentar esta información de manera clara, los hallazgos se agruparon según su cercanía espacial, conformándose finalmente cinco polígonos arqueológicos34, los cuales se describen como sitios arqueológicos para efectos de su registro, análisis y definición de medidas asociadas.

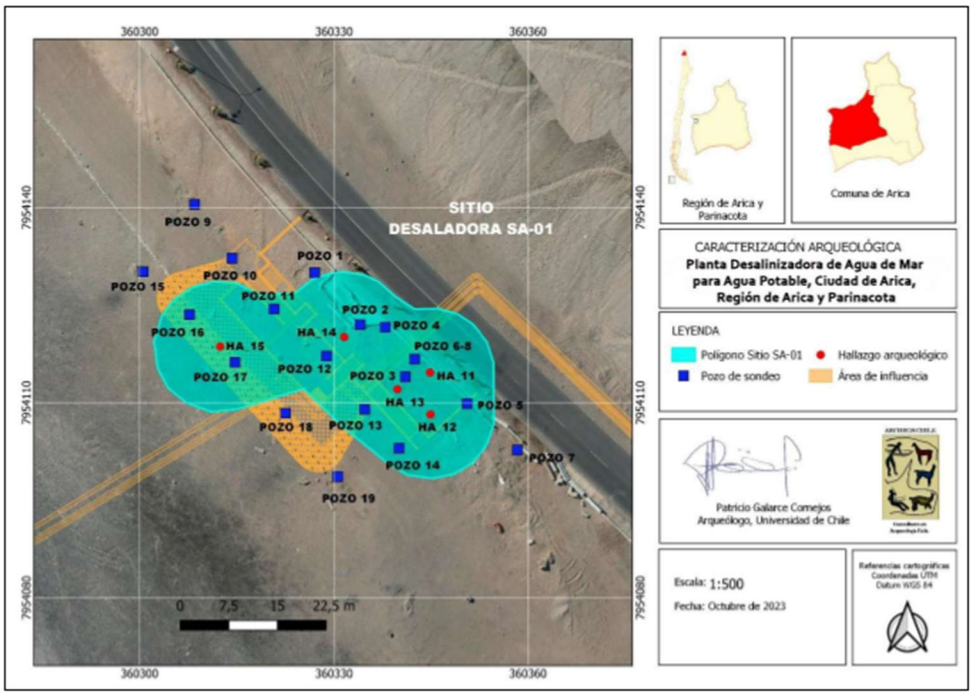
Figura. Sitios Arqueológicos registrados en el área del Proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Luego de la revisión en superficie y una vez delimitadas las áreas con hallazgos (polígonos arqueológicos), se hizo una segunda etapa para "mirar bajo el suelo" y conocer mejor cada sitio. Para esto, se excavaron pozos de revisión (sondeos)35, de forma rectangular, de aproximadamente 1 metro por 0,5 metros. La excavación se realizó a mano, y se fue avanzando por capas de 10 centímetros, para registrar de manera ordenada lo que aparecía a medida que se profundizaba36. Todo el material extraído se revisó con un colador o malla (tamizado), de forma que también pudieran recuperarse fragmentos pequeños que no se ven fácilmente a simple vista. Los materiales encontrados se guardaron en bolsas y se etiquetaron indicando de qué pozo y de qué profundidad provenían. Al terminar, los pozos se rellenaron con el mismo material extraído. Además, se realizó un registro con fotografías y un levantamiento con dron para dejar constancia del área revisada. En el caso del sitio Desaladora SA-01, este se encuentra cerca de la playa Arenillas Negras, en el mismo sector donde se planea construir la planta elevadora de agua de mar. Para estudiarlo con más detalle, se planificó excavar 16 pozos distribuidos en tres líneas paralelas, siguiendo la dirección de la obra proyectada. Como el suelo es muy arenoso e inestable, fue necesario hacer ajustes por seguridad y para poder trabajar correctamente, por lo que finalmente se excavaron 19 pozos en este sitio. A continuación, se presenta un mapa que muestra la ubicación de los pozos dentro del área del proyecto. Es importante señalar que este mismo procedimiento se aplicó en cada uno de los sitios identificados.

Figura. Distribución pozos de sondeo arqueológicos en el sitio SA-01.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En general, el análisis mostró que el borde costero del sur de Arica ha tenido muchas intervenciones modernas (por ejemplo, caminos y obras), lo que ha removido parte del suelo y mezclado materiales en algunos sectores. Por eso, no todos los sitios presentaron el mismo nivel de información ni la misma relevancia. Sin embargo, el sitio Desaladora SA-01 destacó por conservar evidencias más claras y mejor

delimitadas, asociadas principalmente a ocupaciones prehispánicas del período Intermedio Tardío. Todo este trabajo forma parte de la línea de base del proyecto, es decir, del estudio que se realiza durante la evaluación ambiental y antes de presentar el EIA, para conocer cómo es el área antes de construir. La conclusión fue que, debido a que algunos de estos sitios, y especialmente SA-01, se ubican en sectores donde se proyectan obras, el proyecto podría afectar directamente patrimonio arqueológico. Por esta razón, fue necesario evaluar el impacto del proyecto sobre el patrimonio cultural y definir medidas específicas para su manejo, lo que se formaliza a través del PAS 132.

Fase de Construcción:
Una vez terminada la línea de base, es decir, después de identificar y caracterizar los sitios arqueológicos, el siguiente paso dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) fue analizar cómo las obras del proyecto podrían afectar ese patrimonio (ver Anexo 3.1.13 Predicción y evaluación de impactos de la Adenda Extraordinaria). Para ello, se revisaron todas las actividades de construcción (instalación de faenas, excavaciones, obras terrestres y marítimas, instalación de tuberías, etc.) y se cruzaron con la información obtenida en terreno. Ese cruce permitió identificar una situación clara: varias de las obras requieren movimientos de tierra, y esos movimientos podrían afectar directamente los hallazgos arqueológicos identificados en la línea de base. Por esa razón, se definió un impacto ambiental denominado, "*Alteración del Patrimonio Cultural por movimientos de tierra que puedan afectar hallazgos arqueológicos*". Dicho impacto fue evaluado para distintas partes del proyecto (faenas temporales, obras permanentes, obras marítimas y terrestres), ya que en todas ellas existe intervención del suelo.

En el EIA, cada impacto se analiza mediante una metodología que asigna valores a distintas variables. Estas variables permiten estimar qué tan relevante puede ser la afectación. La evaluación consideró:

41. Carácter: si el impacto es positivo o negativo.
42. Certidumbre: qué tan probable es que ocurra.
43. Intensidad: qué tan fuerte sería la alteración.
44. Extensión: en qué área se manifestaría.
45. Duración: cuánto tiempo podría mantenerse.
46. Reversibilidad: si es posible recuperar la condición original.

Cada una de estas variables recibió una valoración numérica. Luego, esos valores se combinaron para obtener una Calificación Ambiental del Impacto (CAI). Además, se consideró el Valor Ambiental del Componente (VAC), que corresponde a la importancia que tiene ese componente en el área del proyecto. En este caso, el patrimonio cultural fue catalogado con un valor alto (VAC 6), debido a:

47. La presencia hallazgos arqueológicos de ocupaciones prehispánicas relevantes.
48. La coincidencia directa entre algunos sitios y las obras proyectadas.
49. La existencia de normativa específica que protege estos bienes.

Una vez analizada la información levantada en la línea de base y cruzada con el diseño del proyecto, la evaluación ambiental permitió distinguir situaciones diferentes dentro del área de intervención.

En primer lugar, se determinó que en sectores como la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) y, especialmente, en el sitio Desaladora SA-01, existe una coincidencia entre las obras proyectadas y áreas

donde se identificaron depósitos arqueológicos con mayor integridad y concentración de materiales. En este sitio no solo se registraron hallazgos en superficie, sino también evidencias en profundidad que indican ocupaciones humanas prehispánicas recurrentes. Esto significa que las excavaciones necesarias para instalar las obras podrían intervenir directamente un contexto arqueológico protegido por ley. Por esa razón, el impacto fue calificado como negativo y relevante, alcanzando categoría de impacto significativo.

En segundo lugar, la evaluación mostró que otros sectores, como los sitios SA-02, SA-03 y SA-04, presentan materiales arqueológicos que se encuentran removidos, mezclados o transportados por intervenciones modernas (como obras viales y movimientos de sedimentos). En estos casos, aunque existe presencia de material cultural, no se identificaron depósitos arqueológicos íntegros ni contextos que permitan una interpretación clara del pasado. Por ello, su relevancia científica y patrimonial es menor en comparación con SA-01, lo que se reflejó en una calificación de impacto menos severa. En el caso del sitio SA-05, la evaluación determinó que los restos presentes son escasos y superficiales, y que no aparecen capas con restos al excavar que indiquen que el lugar conserve evidencia bajo el suelo.

Dado que existen hallazgos arqueológicos dentro del área del proyecto y siguiendo las recomendaciones del especialista que realizó la caracterización, se definieron e incorporaron medidas específicas para reducir al mínimo la afectación que podrían generar las obras sobre este patrimonio. Estas medidas también permiten registrar y documentar adecuadamente los hallazgos, y reportar sus resultados al Consejo de Monumentos Nacionales mediante los informes y seguimientos correspondientes. A continuación, se presentan las medidas propuestas para mitigar este efecto (Para más detalle ver Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria):

50. MM1 - Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada): Esta medida consiste en realizar excavaciones controladas en el sector más relevante del sitio Desaladora SA-01, donde se identificó mayor concentración de restos arqueológicos. Antes de que comiencen las obras, se intervendrá aproximadamente la mitad del área más sensible, mediante excavaciones planificadas y realizadas por especialistas, con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de información posible antes de que el terreno sea intervenido por el proyecto. Todo el material recuperado será analizado, conservado y entregado a una institución autorizada. Además, esta medida cuenta con un plan de seguimiento que contempla la elaboración de informes técnicos que deben ser enviados periódicamente al Consejo de Monumentos Nacionales, para que la autoridad revise y valide el trabajo realizado (ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
51. MM2 - Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva): En sectores donde los restos arqueológicos son escasos y se encuentran principalmente en la superficie (como en el sitio SA-05), se realizará una recolección ordenada y controlada del material visible. Esto implica registrar, fotografiar, levantar y analizar los restos encontrados antes de que comiencen las obras, asegurando que la información no se pierda. Posteriormente, los materiales serán estudiados por especialistas y depositados en una institución autorizada. Al igual que en la medida anterior, existe un plan de seguimiento que exige informar periódicamente al Consejo

de Monumentos Nacionales sobre las actividades realizadas y sus resultados (ver Cuadro N° 2.2 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).

52. MM3 - Monitoreo Arqueológico Permanente: Durante toda la fase de construcción, un profesional arqueólogo supervisará diariamente las excavaciones y movimientos de tierra para detectar posibles hallazgos no previstos. Si se encuentra algún resto arqueológico, las obras se detendrán en ese sector y se dará aviso inmediato al Consejo de Monumentos Nacionales, siguiendo el procedimiento que establece la ley. Este monitoreo incluye la elaboración de informes mensuales y un informe final, los cuales deben ser enviados a la autoridad para mantener un control formal y continuo de las actividades (ver Cuadro N° 2.3 del Anexo 2.3 de la Adenda Extraordinaria).
53. MM5 - Charlas de Inducción Arqueológica Mensual: Todos los trabajadores de la obra recibirán una capacitación mensual dictada por un arqueólogo, donde se explicará qué es el patrimonio arqueológico, cómo reconocer posibles hallazgos y qué hacer en caso de encontrar alguno. El objetivo es prevenir daños accidentales y asegurar que todo el personal conozca el procedimiento legal correspondiente. Estas actividades quedan registradas en informes con lista de asistencia y respaldo fotográfico, los cuales forman parte del sistema de seguimiento y también son informados al Consejo de Monumentos Nacionales ((ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.4 de la Adenda Extraordinaria).
54. MM5 - Señalización cercado provisorio de sitios y hallazgos arqueológicos: Antes de iniciar las obras, los sitios identificados como sensibles (como SA-01 y SA-02) serán delimitados físicamente mediante cercos y señalética visible que advierta su condición de área protegida. Esto evita intervenciones involuntarias y restringe el acceso. El estado de estos cercos será revisado periódicamente en el marco del monitoreo arqueológico, y cualquier mantención o modificación será registrada e informada a la autoridad competente ((ver Cuadro N° 2.1 del Anexo 2.5 de la Adenda Extraordinaria).

Además de definir las medidas de mitigación para los sitios ya identificados, el Titular también evaluó un riesgo adicional (ver Anexo 8 de la Adenda Excepcional), el que dice relación con que durante las obras aparezcan hallazgos no detectados previamente en la zona (por ejemplo, restos arqueológicos o paleontológicos que no estaban a la vista). Como esa posibilidad existe cuando se remueve terreno o se interviene el fondo marino, se preparó un plan de contingencias y emergencias para actuar de forma ordenada si ocurre un hallazgo inesperado. En términos simples, el plan de emergencias y contingencias, llamado “Riesgo: Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico”, contempla dos momentos. Primero, medidas para prevenir este tipo de situación: se hace una evaluación de riesgos para identificar dónde podría existir mayor probabilidad de encontrar patrimonio, se revisa qué tan “vulnerables”, es decir, qué tan probable es que en un lugar puedan aparecer restos arqueológicos o patrimoniales no identificados previamente, son las áreas de trabajo y los equipos que intervienen, y se capacita al personal para que pueda reconocer señales de un posible hallazgo y sepa qué hacer si aparece algo relevante. Todo esto queda respaldado con registros: se deja evidencia del monitoreo constante de las actividades de excavación en el fondo marino y de las capacitaciones realizadas.

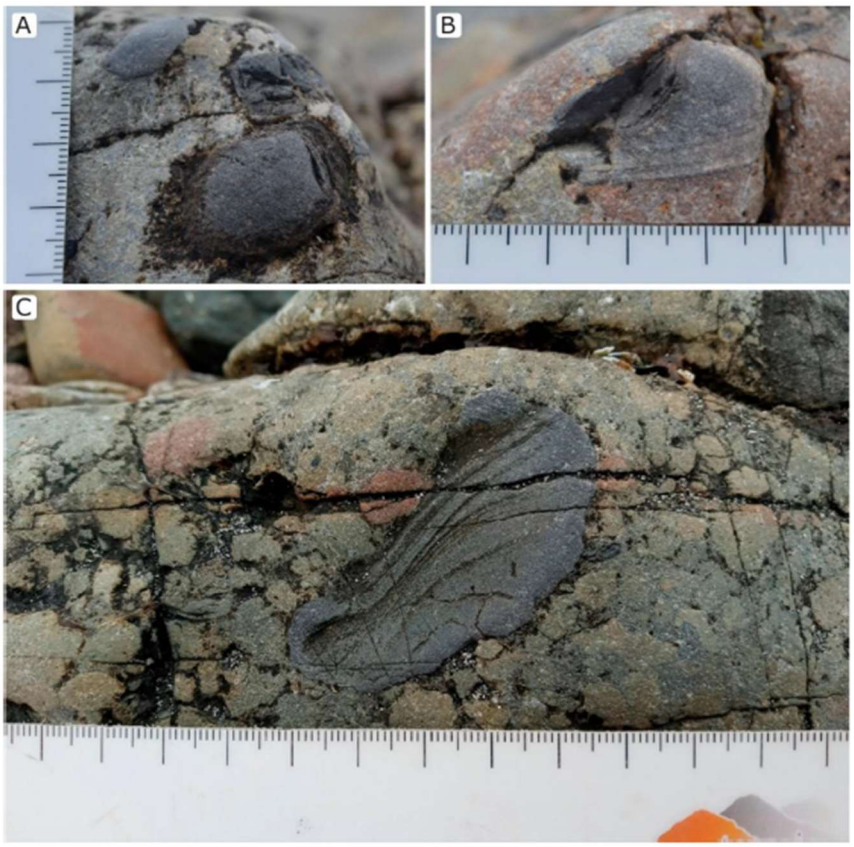
Segundo, el Plan también explica qué hacer si efectivamente aparece un hallazgo no previsto. En ese caso, se deben seguir los siguientes pasos:

55. Detener de inmediato los trabajos en el lugar exacto donde apareció el hallazgo.
56. Avisar al equipo responsable y activar el protocolo correspondiente.
57. Solicitar la revisión de especialistas en patrimonio, quienes evaluarán qué se encontró y qué tan importante es.
58. Proteger el área (por ejemplo, delimitándola o cercándola) para evitar daños adicionales.
59. Continuar los trabajos solo en las zonas donde no exista riesgo para el patrimonio.
60. Realizar una evaluación más completa del hallazgo y dejar registro de lo encontrado.
61. Coordinar con las autoridades competentes las medidas de conservación que correspondan.
62. Elaborar un informe del evento y, si es necesario, mejorar o ajustar el plan en base a la experiencia obtenida.

Respecto a la comunicación con la autoridad, el Plan señala que, si ocurre una contingencia o emergencia de este tipo, una vez controlada la situación se notificará mediante el sistema de seguimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), enviando un Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias. En el caso de la activación por hallazgos patrimoniales, también se considera la notificación al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN).

Respecto del componente paleontológico, se informa que al igual que la caracterización arqueológica realizada en el área de emplazamiento del Proyecto, se realizaron trabajos respecto a la caracterización paleontológica. A diferencia de lo que ocurre con la arqueología, donde los restos pueden encontrarse enterrados bajo capas de tierra recientes, en este caso el patrimonio paleontológico identificado está asociado a rocas que se encuentran expuestas en la superficie. Es decir, los fósiles no están ocultos bajo el suelo, sino que forman parte de una formación geológica visible en la playa Arenillas Negras, razón por la que, se realizó nuevamente una prospección superficial en el área de estudio del proyecto, similar a la realizada para la componente arqueológica, tal como se muestra en la imagen a continuación:

Imagen. Hallazgos del Sitio Paleontológico, hallados en rocas de Formación Camaraca.

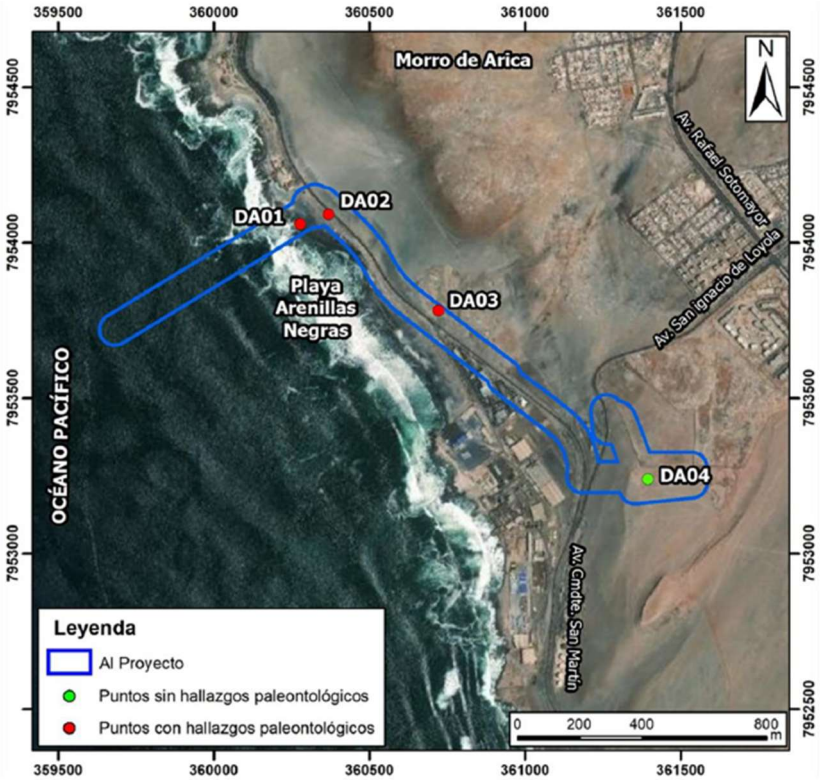


Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.
Nota: A-B. Moldes o vaciados de bivalvos indeterminados contenidos en capas de conglomerados, observados en los afloramientos de playa Arenillas Negras.
C. Fragmento de Ostreidae indet. contenido en la misma capa de conglomerado. Escalas en cm.

En esta prospección se encontraron tres (3) hallazgos paleontológicos dentro del área del proyecto, conformando un polígono para el sitio paleontológico, llamado "Afloramientos de Formación Camaraca y depósitos asociados en Playa Arenillas Negras", que abarca una superficie de 38 ha. Estos hallazgos corresponden a invertebrados marinos, específicamente amonites, bivalvos y braquiópodos. Estos restos se encuentran contenidos en capas de conglomerado y arenisca en afloramientos de Formación Camaraca, o en clastos de arenisca y lutita hallados en los depósitos coluviales y litorales provenientes de la erosión de Formación Camaraca.

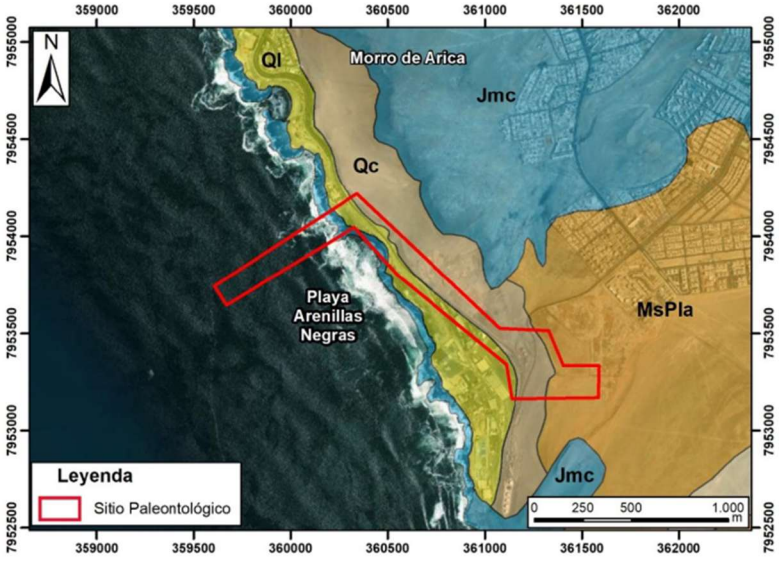
En particular, los restos fósiles se encuentran contenidos en la llamada Formación Camaraca, que aflora naturalmente en el sector. Esto significa que las capas de roca donde se alojan los fósiles están expuestas a la vista, producto de procesos naturales como la erosión del mar y el viento. Por esta razón, fue posible identificar los fósiles directamente mediante recorridos sistemáticos en superficie, sin necesidad de realizar excavaciones exploratorias. Los hallazgos se agruparon según su cercanía espacial, conformándose finalmente en un solo polígono paleontológico, el cual se detalla a continuación junto con los puntos de control en el área del proyecto.

Figura. Distribución de los puntos de control (DA01 a DA04).



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

Figura. Sitio Paleontológico registrado en el área del Proyecto.



Fuente: Anexo 1.3 del PAS 132 de la Adenda Excepcional.

En arqueología, los restos culturales pueden encontrarse enterrados bajo depósitos de arena, tierra o rellenos recientes, por lo que muchas veces es necesario hacer pozos de prueba para verificar si existen evidencias bajo la superficie. En paleontología la situación es distinta: los fósiles se encuentran dentro de la roca misma, no en el suelo suelto, y su presencia depende del tipo de formación geológica existente.

En este caso, como la unidad fosilífera estaba visible y claramente identificada, no era metodológicamente necesario realizar pozos adicionales para confirmar su existencia. Además, realizar "pozos" en roca consolidada no es equivalente a un sondeo arqueológico. Implica intervención más invasiva, uso de herramientas especiales e incluso maquinaria. Aquí, en cambio, el potencial paleontológico ya estaba confirmado en superficie.

Por esta razón, la estrategia adoptada no fue excavar de manera preventiva, sino implementar medidas de control durante la ejecución del proyecto. Es decir, se establecieron como CAV: i) un monitoreo paleontológico semanal durante las excavaciones y; ii) movimientos de tierra y charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria). El primero consiste en realizar charlas de inducción a todos los trabajadores antes de iniciar las obras y cada vez que se incorpore una nueva empresa contratista. En estas charlas se explica qué es el patrimonio paleontológico, por qué es importante protegerlo y qué hacer en caso de encontrar un fósil durante los trabajos. De esta forma, se busca evitar daños accidentales y asegurar que cualquier hallazgo sea informado y manejado adecuadamente.

El segundo compromiso corresponde a un monitoreo paleontológico semanal durante las excavaciones y movimientos de tierra en las zonas con potencial fosilífero. Este monitoreo será realizado por un profesional especialista, quien revisará el material removido y dejará registro formal de cada visita. En caso de detectarse nuevos restos fósiles, se aplicará un protocolo específico de acción y se informará a la autoridad correspondiente.

Cabe señalar que los fósiles registrados en la línea de base presentan, en general, un estado de conservación regular a deficiente y muchos de ellos se encuentran retrabajados o fragmentados por la acción natural del mar y la erosión. Además, los hallazgos se localizaron principalmente en superficie o en material ya erosionado, no en contextos enterrados intactos.

Para la fase de construcción, considerando este escenario acerca del estado de conservación observado, la exposición superficial de los restos y la implementación de medidas preventivas y de control durante la construcción, el Titular concluyó que el Proyecto no genera un impacto significativo sobre el componente paleontológico (Anexo 3.13 de la Adenda Excepcional), ya que se establecen mecanismos claros para su resguardo y manejo oportuno en caso de nuevos hallazgos.

Para la fase de operación (cuando la planta ya está funcionando), se revisó si las actividades normales del Proyecto podrían afectar el patrimonio paleontológico. Esta revisión consideró tareas típicas como funcionamiento de equipos y mantenciones habituales. Con esa revisión se concluyó que en operación no se hacen excavaciones, no se remueven rocas ni se interviene el terreno en los sectores donde podrían existir fósiles. En otras palabras, una vez construida la obra, el proyecto funciona sobre infraestructura ya instalada y no vuelve a intervenir el suelo o las rocas. Por esta razón, en la fase de operación no se identificó un impacto sobre paleontología, ya que no existe una acción del proyecto que genere esa afectación. En consecuencia, no correspondió evaluar el impacto (porque no se genera), y tampoco fue necesario definir medidas de mitigación, compensación o reparación, ni compromisos voluntarios

adicionales, ni un plan especial de emergencias y contingencias para esta fase respecto a esta componente.

En definitiva, los antecedentes presentados por el Titular respecto del patrimonio cultural del Proyecto permitieron identificar los hallazgos existentes, así como evaluar los eventuales riesgos de afectación. En el caso de la arqueología, se confirmó que existe un sitio con mayor relevancia (SA-01), donde podrían verse afectados restos asociados a antiguas ocupaciones humanas. Por esta razón, el Proyecto reconoció ese impacto como significativo y definió medidas concretas y obligatorias para proteger, rescatar y documentar adecuadamente ese patrimonio antes y durante la construcción, todo bajo supervisión de especialistas y con control directo del Consejo de Monumentos Nacionales. A continuación, se detallan los impactos relacionados con las partes y obras del proyecto:

63. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Instalación de Faenas PEAM.
64. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Marítimas - Tramo Terrestre.
65. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Instalación de Faenas PTOI.
66. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Anexas.
67. "Alteración del Patrimonio Cultural, por movimientos de tierra que puedan afectar a los hallazgos arqueológicos" en Obras Terrestres.

En los demás sectores arqueológicos identificados, los restos se encontraron mayormente removidos, mezclados o en superficie, producto de intervenciones anteriores. Aun así, el proyecto incorporó medidas de rescate, monitoreo permanente, cercos de protección, señalización visible y capacitación obligatoria a todos los trabajadores, asegurando que cualquier hallazgo sea tratado con el cuidado que corresponde. Las medidas, cuyo detalle se pueden consultar en el Anexo 2.3 de la Adenda Excepcional, son las siguientes:

68. Medida de Mitigación N°1: Rescate Arqueológico (con unidades de excavación ampliada).
69. Medida de Mitigación N°2: Rescate Arqueológico (por recolección superficial intensiva).
70. Medida de Mitigación N°3 – Monitoreo Arqueológico Permanente.
71. Medida de Mitigación N°4 – Charlas de Inducción Arqueológica Mensual.
72. Medida de Mitigación N°5 – Señalización, cercado provisorio y barrera física de sitios y hallazgos arqueológicos.

Además, se establecieron planes para actuar frente a hallazgos no previstos, incluyendo la detención inmediata de obras y la notificación a la autoridad competente, llamado, Riesgo: "*Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico*", en la fase de construcción. A su vez, el titular comprometió la implementación de dos compromisos ambientales, para asegurar el resguardo de este recurso, cuyo detalle se puede consultar en el Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria. Estos son:

73. Mural informativo y/o estructura interpretativa en fase de construcción, cuyo objetivo es promover la educación patrimonial y reforzar la protección de los hallazgos arqueológicos y/o elementos patrimoniales protegidos por la Ley N° 17.288 presentes en el área del proyecto.

74. Folleto informativo e inducción al personal de mantención en fase de operación, cuyo objetivo es prevenir la afectación del patrimonio arqueológico presente en sectores aledaños al proyecto durante la fase de operación, mediante la entrega de información clara y la prohibición expresa de intervenciones de subsuelo fuera del área autorizada.

En el caso del patrimonio paleontológico, los fósiles identificados se encuentran en formaciones rocosas expuestas y presentan, en general, un estado de conservación regular a bajo, muchos de ellos fragmentados por procesos naturales. Considerando su condición superficial y la naturaleza de las obras, se determinó que el proyecto no genera un impacto significativo sobre esta componente. No obstante, igualmente se establecieron compromisos preventivos, como monitoreo paleontológico durante la construcción y charlas de inducción a los trabajadores, para asegurar que cualquier nuevo hallazgo sea protegido y reportado oportunamente. Estos son:

75. Charlas de Inducción en Paleontología a los trabajadores cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Ver Cuadro 7.14 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).
76. Monitoreo Paleontológico cuyo objetivo es evitar la afectación no deseada al componente de Patrimonio Cultural (Paleontológico) (Ver Cuadro 7.15 del Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria).

Finalmente, respecto a la fase de operación, cuando la planta ya esté funcionando, se concluyó que no se realizarán excavaciones ni intervenciones del suelo en los sectores con valor patrimonial. Por ello, no se generan impactos significativos en esta fase. Aun así, el proyecto incorporó medidas preventivas adicionales, como inducciones al personal de mantención y procedimientos específicos ante eventuales emergencias (Riesgo: “Alterar sitios con valor antropológico, arqueológico, paleontológico e histórico” en la fase de Operación), reforzando el compromiso de resguardar el patrimonio cultural en el tiempo.

En síntesis, el Proyecto no desconoce la presencia de patrimonio cultural en el área, razón por la que presentó una serie de medidas para su protección, rescate y manejo adecuado, con supervisión especializada y control de la autoridad competente en la materia. De esta manera, se pretende que el desarrollo del Proyecto sea compatible con el cuidado y respeto del patrimonio cultural del sector.

99. Observante: Consejo comunal de Organizaciones de la Sociedad Civil de la Ilustre Municipalidad de Arica

Observación N° 249:

Desalinizadora de Aguas del Altiplano: La comisión de salud y medio ambiente del COSOC IMA, solicitamos una reunión con la gerente de Aguas del Altiplano y Servicio de Evaluación Ambiental SEA y el funcionario de la Dirección Ambiental Municipal. El fin de esta reunión era para que expusieran el proyecto de la Desalinizadora y tener información completa. Los mayores problemas son su alto impacto en la zona de la playa Arenillas Negras a la biodiversidad de flora y fauna, no solo en ese espacio, sino que a toda la costa que tenemos en Arica. Primero la intervención del espacio, las tronaduras para instalar os tubos de extracción de agua de mar y posterior la salida de la salmuera con altos índices de sal y minerales al mar, después de realizar la osmosis en la planta que estaría ubicada en el sector de Ignacio de Loyola y bajaría a la misma playa provocando que los recursos del mar se vayan a otros lados y la muerte de muchas especies marinas por la contaminación dejándonos sin recursos y más de 20.000 familias de pescadores y buzos que viven de estos recursos sin trabajo y a los consumidores sin este importante recurso de consumo familiar. Consideraremos también que esta planta de osmosis inversa es de un alto consumo de energía, hablamos de un promedio de 3 kilovatios por hora de electricidad por metro cubico de agua, es decir, por cada mil litros de agua. Como usuarios de Aguas de Altiplano pagamos mensualmente: Cargo fijo de $1.145 pesos aprox. Un consumo de agua punta: $1229.75 pesos aprox. Servicio de alcantarillado: $456.12 pesos aprox. Tratamiento de aguas servidas- emisario: $122.22 pesos aprox, Sin contar el ajuste de sencillo de débito que es variable, que siempre es más alto que el ajuste sencillo. Nosotros como usuarios tanto del servicio aguas y electricidad nos subirán estos servicios básicos En reunión del 5/07/2024 con la gerente de Aguas del altiplano, SEA y encargado de la Oficina de Medio Ambiente del IMA, solicitada por el COSOC IMA Invitado: sindicato de pescadores de orilla Para recabar los antecedentes del "Proyecto Planta Desaladora de Agua Potable, ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota", llegamos a la conclusión y resolución del rechazo total de este proyecto por ser altamente contaminante e invasivo para nuestra ciudad y región.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto de la consulta realizada se informa que el Titular ha señalado que los criterios para escoger el sector de Arenillas Negras fueron los siguientes:

77. Proximidad al borde costero: lo que significa factibilidad entre la captación de agua de mar y la reducida distancia entre la planta y los puntos de demanda y uso del agua.
78. Esta reducción de distancia entre la producción de agua potable y la demanda de esta es crucial para minimizar el consumo de energía necesario para bombear el agua marina a través de los procesos de osmosis inversa.
79. El terreno es proporcionado por Bienes Nacionales.

80. Adicionalmente, su disposición se alinea con la planificación urbana, ya que se encuentra fuera del área de inundación identificada por el SHOA (en sus Cartas de Inundación por Tsunami de la ciudad de Arica). Esto no solo disminuye el riesgo para las instalaciones de la planta, que se encuentra a de 93 metros sobre el nivel del mar, sino que también facilita una reposición más ágil de la operación de la planta en caso de eventos adversos, debido a que la reposición se concentraría más bien en las obras de captación ubicadas en la costa del terreno. (Fuente: EIA, Capítulo 1. Descripción de Proyecto).

Además, dentro de los aspectos técnicos señalador por el Titular para optar por la Playa de Arenillas Negras para el desarrollo del Proyecto, es que éste tuviese proximidad al borde costero, debido a que es necesaria la captación de agua de mar a una distancia razonablemente reducida entre la planta y los puntos de demanda de agua potable, lo que esto reduce el consumo energético en el bombeo de agua y finalmente, hacen viable el proyecto. Adicionalmente, y con el fin de disminuir riesgos y facilitar la reposición en casos de emergencia climática como tsunamis, la PTOI no puede estar en el área de inundación, según el SHOA (Fuente: EIA, Capítulo 1. Descripción de Proyecto, 1.3.5. Justificación de su localización).

Ahora, respecto a la tubería del emisario submarino, que tendrá la función de transportar la salmuera de rechazo desde la PTOI hasta el punto de descarga en el mar, ésta tiene una distancia de 367 metros y su punto de descarga ha sido diseñado considerando estar fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La ZPL está fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, con el rigor de procedimientos y requerimientos necesarios para su determinación para aquellos proyectos que consideran descargar residuos industriales líquidos a cuerpos de agua marinos, mediante emisarios submarinos, por lo que estos criterios son válidos para este proyecto (Circular de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Ordinario N° a-53/004).

Adicionalmente y con el fin de manejar la descarga de salmuera de rechazo, se incorporaron una serie de ocho (8) difusores que tienen el objetivo de generar una rápida y efectiva dispersión y dilución de la concentración salina. Esta tecnología se ubica espaciada a intervalos de 4 metros entre sí, en los últimos 40 metros del emisario. Asimismo, el diseño del proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde viven y se adaptan especies (ver Capítulo 3. Línea de Base, 3.3.7. Ecosistemas Marinos, Capítulo 4. Predicción y Evaluación de Impactos, 4.3.1.3. Ecosistemas Marinos).

Siendo efectivo que la descarga se produce en un sector acotado de agua con mayor concentración de sales minerales, durante el proceso se incorporan tecnologías que son las encargadas de una rápida dispersión para que se produzca una dilución de esta concentración salina. Adicionalmente, el diseño del Proyecto considera un sector donde existen corrientes que, de forma natural, suman a generar esta dispersión. Finalmente, esta área resulta ser realmente acotada; no más grande que una cancha de baby fútbol, en donde incluso viven y se adaptan especies (Fuente: Q&A).

Es facultad del Ministerio de Defensa y la Subsecretaría de Marina, conceder el uso particular de fondos de mar, porciones de agua dentro y fuera de las bahías, desde lo descrito en el Decreto con Fuerza de Ley N° 340 sobre Concesiones Marítimas. Estas se otorgan sobre bienes nacionales de uso público o bienes fiscales cuyo control, fiscalización y supervigilancia corresponde al Ministerio de Defensa Nacional y la Subsecretaría de Marina, cualquiera que sea el uso a que se destine la concesión y el lugar en que se encuentren ubicados lo bienes. En específico, para este Proyecto y con destino de las instalaciones en el borde costero, fondo marino y columna de agua de mar, se está tramitando la concesión marítima que se requiere (fuente: EIA - Capítulo 9.1: Plan de Cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto, 9.1.2.) No obstante, en la actualidad, en el marco del mismo trámite, se solicitó el pronunciamiento al Director de Obras Municipales (DOM) de la I. Municipalidad de Arica, el cual indica mediante ORD. 2583/2019, ratificado mediante ORD. 708/2020, que "…*la ciudad de Arica, se ajustan al Uso de Suelo señalado en la Plan Regulador vigente de la Comuna de Arica*…".

En relación con los supuestos daños ambientales a la flora y fauna, así como laborales como el daño directo a la economía familiar, se informa que el Titular del Proyecto ha presentado el diseño de una serie de medidas para gestionar los posibles impactos en el ecosistema marino y la vida económica de la región.

Acerca de la preocupación sobre la muerte del ecosistema marino, el Proyecto presenta un sistema de captación de agua de mar con tecnologías avanzadas que protegen los organismos marinos. La torre de captación está ubicada a 750 metros de la costa y a 24 metros de profundidad, lo que reduce significativamente el riesgo de captura de organismos marinos, como zooplancton, larvas y peces. La velocidad de succión máxima es de 0,15 m/s, lo que se encuentra en línea con las prácticas que se realizan a nivel internacional, lo que asegura que los organismos puedan evitar la succión de forma natural. A su vez, el proceso de desalación genera salmuera, un residuo con una concentración de sal ligeramente mayor a la del agua de mar, que se descarga en el mar. Este aumento temporal en la salinidad puede afectar a los ecosistemas marinos. Sin embargo, este efecto es temporal y la concentración de sal en la salmuera se disipa rápidamente en el agua circundante, volviendo a los niveles regulares. Por elo, no se generan impactos a largo plazo en la biodiversidad de la zona, ya que los efectos negativos, en términos de salinidad, son controlados mediante el uso de difusores que dispersan la salmuera de forma eficiente y gradual.

La línea de base de los ecosistemas marinos del Proyecto se basó en varios estudios y campañas realizadas en distintas fechas (2017–2018 y actualizaciones 2025), las que incluyeron el Estudios de Plancton; Estudio específico de Bancos Naturales de recursos hidrobiológicos; y Observación de mamíferos y reptiles marinos. Las estaciones de muestreo fueron distribuidas frente a Playa Arenas Negras y sectores cercanos, cubriendo tanto el área donde se instalará el emisario como su entorno marino inmediato, lo que permitió conocer el estado actual del ecosistema marino; determinar qué componentes podrían ser sensibles; evaluar con datos reales si las acciones del proyecto generarían cambios relevantes; y comparar los resultados modelados con la condición natural del sistema.

A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos en la línea de base para cada uno de los componentes evaluados: biota marina, calidad del agua y sedimentos.

81. Biota marina: El registro de la biota marina que se encontró en el área del Proyecto y en qué magnitud, consideró los siguientes antecedentes:
82. Línea Base EIA 2017–2018 (invierno 2017 y verano 2018): levantamientos de biota y componentes asociados, incluyendo mamíferos y reptiles marinos (tortugas) y registros de chungungo.
83. Línea Base Verano 2025 (CEAMAR): campañas con metodología detallada para plancton, intermareal, fondos blandos/sedimentos, y megafauna (mamíferos marinos, aves y reptiles marinos).
84. Estudio BBNN/IPBAN (octubre 2025, H&D): prospección específica para determinar bancos naturales de recursos hidrobiológicos y cuantificar abundancias por transecta.

Respecto del plancton (comunidad en la columna de agua), en la LB Verano 2025 se reportó riqueza y dominancia del zooplancton, con abundancias expresadas como individuos por 100 m³. La comunidad encontrada estuvo dominada por copépodos y que destacan las siguientes taxa (con sus magnitudes):

Tabla. Taxa dominantes del zooplancton (Verano 2025, ind./100 m³).

Especie (nombre científico)	Nombre común	Grupo	Abundancia (ind./100 m³)	Observación
Acartia tonsa	Copépodo costero	Copépodo	**772.109**	Dominante (~66%)
Paracalanus indicus	Copépodo oceánico	Copépodo	**146.461**	Subdominante (~13%)
Hemicyclops sp.	Copépodo bentónico	Copépodo	**45.359**	Accesoria
HuevosdeEngraulis ringens	Anchoveta (huevos)	Ictioplancton	**38.859**	Evidencia reproducción regional
Veligers Mytilidae	Larvasde choros/mejillones	Larvas moluscos	**32.272**	Dispersión larval

Los copepodos son pequeños organismos que forman parte natural del ecosistema marino y suelen ser el grupo más abundante en aguas productivas como las del norte de Chile. Que haya muchos copépodos es algo totalmente normal en la costa. Que se hayan encontrado huevos de peces significa que en el área hay reproducción, lo cual también es normal en el mar. Sin embargo, esto no quiere decir que el sector sea una “zona crítica de desove” ya que para ello tendría que producirse grandes concentraciones de huevos, que esas concentraciones se repitan en el tiempo y que se mantengan siempre en el mismo sector. En este caso, lo que observó la campaña presentada por el Titular, es la

presencia natural de huevos y larvas, pero no concentraciones masivas ni repetitivas que permitan afirmar que el área sea especialmente sensible para la reproducción.

En relación con la Intermareal (playas rocosas y playas de arena), que es la franja de la costa que queda cubierta por el mar cuando sube la marea y expuesta cuando baja, éste es un ambiente muy dinámico: los organismos que viven allí deben soportar oleaje, cambios de temperatura, exposición al sol y variaciones de humedad. Para conocer qué especies viven en este sector se realizaron campañas de terreno en invierno (2017–2018) y en verano (2022–2025), utilizando: transectas perpendiculares a la costa; cuadrantes para medir cobertura y abundancia; identificación de especies: y cálculo de riqueza y diversidad. El estudio evaluó tanto sectores de playa rocosa como de playa de arena, considerando estaciones dentro del área del proyecto y estaciones control fuera del área directa.
Respecto del Intermareal Rocoso, formado por superficies de roca donde los organismos pueden adherirse o desplazarse, predominó la roca desnuda, lo que indica menor cobertura biológica permanente en comparación con algunas estaciones control.

Tabla. Especies registradas en intermareal rocoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Fissurella latimarginata	*Lapa negra*	*Molusco*	*Adherido*	*Media*
Fissurella cumingi	*Lapa rosada*	*Molusco*	*Adherido*	*Baja–media*
Tegula atra	*Caracol negro*	*Molusco*	*Móvil*	*Media*
Austromegabalanus psittacus	*Picoroco*	*Crustáceo*	*Fijo*	*Media*
Thaisella chocolata	*Locate*	*Molusco*	*Móvil*	*Baja*
Lessonia trabeculata	*Huiro palo*	*Alga parda*	*Fija*	*Baja–media(sector submareal cercano)*
Rhodophyta spp.	*Algas rojas*	*Algas*	*Fijas*	*Baja*
Annelida spp.	*Gusanos marinos*	*Anélidos*	*Móviles*	*Baja*

Las especies encontradas son típicas de las costas rocosas del norte de Chile. Tampoco se detectaron especies raras, únicas o en categoría de conservación en esta franja. La comunidad encontrada es la esperable para este tipo de ambiente.

El Intermareal arenoso que corresponde a playas de arena, predominaron organismos que viven enterrados o que se desplazan rápidamente con la marea.

Tabla. Especies registradas en intermareal arenoso.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Tipo	Presencia relativa
Polychaeta spp.	Poliquetos (gusanos marinos)	Anélidos	Enterrados	Media
Bivalvia spp.	Bivalvos enterrados	Moluscos	Enterrados	Baja
Amphipoda spp.	Anfípodos	Crustáceos	Móviles/enterrados	Baja–media
Isopoda spp.	Isópodos	Crustáceos	Móviles	Baja

Estas especies son comunes en playas abiertas. No se encontraron bancos naturales en esta franja ni especies en categoría de conservación.

En síntesis, respecto de la riqueza y diversidad se registraron alrededor de 8 taxones principales en el intermareal rocoso y menor número en el intermareal arenoso. Las estaciones control mostraron mayor riqueza que las estaciones del área directa, lo que indica que el sector del proyecto no corresponde al punto de mayor diversidad del sistema. Los índices ecológicos obtenidos indican comunidades simples y coherentes con ambientes costeros expuestos del norte de Chile, sin señales de perturbación crítica.

El intermareal del área del proyecto presentó especies comunes y típicas de la región, sin albergue de especies en categoría de conservación en esta franja, ni bancos naturales en el intermareal. Tampoco constituye un hábitat único o singular a escala regional. El sector intermareal estudiado corresponde a una costa normal del norte de Chile, sin características excepcionales que lo transformen en un ecosistema particularmente sensible o único.

Referente a la comunidad submareal, que es la zona del mar que permanece siempre bajo el agua, incluso cuando la marea está baja, diferente del intermareal, que queda expuesto al aire durante parte del día; en esta zona viven organismos que necesitan estar permanentemente sumergidos, como algas grandes, moluscos, erizos, piures y otros invertebrados. La comunidad submareal fue evaluada mediante buceo científico, transectas submarinas, cuadrantes de muestreo, conteo directo de individuos, aplicación de la metodología oficial de SUBPESCA (IPBAN) para determinar si existen Bancos Naturales. Se levantaron transectas en distintos puntos (T-1 a T-6 y T-Eje del emisario submarino), incluyendo el sector del emisario. A continuación, se presentan las especies registradas en el submareal:

Tabla. Especies bentónicas registradas.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	Presencia destacada
Choromytilus chorus	Choro zapato	Molusco bivalvo	Alta en sectores someros
Pyura chilensis	Piure	Tunicado	Moderada

Fissurella latimarginata	Lapa negra	Molusco	Moderada
Fissurella cumingi	Lapa rosada	Molusco	Baja–moderada
Tegula atra	Caracol negro	Molusco	Moderada
Thaisella chocolata	Locate	Molusco	Baja–moderada
Xanthochorus cassidiformis	Caracol rubio	Molusco	Alta en algunos sectores
Austromegabalanus psittacus	Picoroco	Crustáceo	Moderada
Loxechinus albus	Erizo rojo	Equinodermo	Baja
Lessonia trabeculata	Huiro palo	Alga parda	Presente en submareal rocoso

Las mayores concentraciones de organismos se encontraron en sectores someros cercanos a la costa, tales como *Choromytilus chorus* (choro zapato) que presentó las abundancias más altas en algunas transectas y otras especies estuvieron presentes, pero sin concentraciones que cumplieran criterios de Banco Natural que es cuando en una zona una especie se encuentra en alta concentración y continuidad espacial, cumpliendo criterios técnicos definidos por SUBPESCA. No basta con que una especie esté presente: debe cumplir requisitos de densidad y extensión.

Al aplicar la metodología oficial (IPBAN), el Titular señaló que los principales resultados son que solo el choro zapato (*Choromytilus chorus*) cumple condición de Banco Natural, este banco se ubica en sectores submareales someros. No se identificaron bancos naturales de otras especies. No se identificaron bancos naturales en el intermareal.

Por lo anterior, el estudio concluyo que área submareal presenta una comunidad típica del norte de Chile, con especies comunes y ampliamente distribuidas en la región. Dentro de esta comunidad, únicamente el choro zapato alcanza concentraciones suficientes para ser considerado Banco Natural, mientras que el resto de las especies se presentan de forma dispersa o en densidades menores. Esto significa que no toda la zona es un banco natural, solo sectores específicos y delimitados presentan esta condición y la mayoría del submareal corresponde a una comunidad bentónica común.

En el área del proyecto también se evaluó la presencia de fauna marina de mayor tamaño, incluyendo mamíferos marinos (como ballenas y lobos marinos), mustélidos marinos (como el chungungo) y reptiles marinos (tortugas). Estos organismos fueron registrados mediante observación directa desde embarcación, registros visuales durante la navegación, campañas históricas del EIA (2017–2018) y campaña verano 2025.

Respecto de los mamíferos marinos, se registraron 32 avistamientos, correspondientes a 48 individuos, según se presenta a continuación:

Tabla. Resultados de Campaña Verano 2025.

Nombre científico	Nombre común	Avistamientos	Individuos observados
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	3	3
Otaria flavescens	Lobo marino común	29	45

La especie más frecuente fue el lobo marino común, con presencia reiterada. La ballena jorobada fue observada en menor frecuencia, coherente con su tránsito migratorio por la zona. No se registraron colonias reproductivas ni áreas de crianza en el sector evaluado. Los resultados de campañas anteriores fue la siguiente:

Tabla. Resultados En campañas anteriores (2017-2018).

Nombre científico	Nombre común	Número de ejemplares
Otaria flavescens	Lobo marino común	3
Lontra felina	Chungungo (nutria marina)	1

El registro del chungungo (Lontra felina) es relevante, ya que corresponde a una especie en categoría de conservación. El chungungo (Lontra felina), también llamado nutria marina, fue registrado en la campaña 2018. Dicha especie habita sectores rocosos del litoral y se alimenta de invertebrados y peces pequeños. Su presencia en el área fue puntual, sin evidencia de colonia establecida o sitio de reproducción. Su estado de conservación obliga a considerarla dentro del análisis ambiental, aunque no se identificó el área como hábitat crítico.

Reptiles Marinos (Tortugas)
En la línea base 2017–2018 se registró avistamiento de tortuga marina en el área. Las especies que pueden presentarse en la zona norte incluyen:

Tabla. Resultados de avistamiento de reptiles marinos.

Nombre científico	Nombre común	¿Se registró en el área del proyecto?	Número de individuos observados	Tipo de registro	Estadode conservación
Chelonia mydas	Tortuga verde	Sí (avistamiento puntual)	1	Observación directa en navegación	En Peligro (EN)

Caretta caretta	Tortuga cabezona	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Eretmochelys imbricata	Tortuga carey	No	0	Faunapotencial regional	En Peligro Crítico (CR)
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)
Lepidochelys olivacea	Tortuga olivácea	No	0	Faunapotencial regional	Vulnerable (VU)

Los principales resultados fueron que solo se registró un individuo de tortuga verde, no se identificaron playas de anidación, no se observaron múltiples ejemplares, no se detectó permanencia prolongada, no se identificó el área como sitio crítico. Por lo tanto, en el sector del Proyecto se observó una tortuga marina en tránsito y no se encontraron zonas de reproducción ni concentraciones de individuos. Esto indica que el área puede ser utilizada ocasionalmente por tortugas marinas, pero no constituye un hábitat crítico dentro de su distribución.

El análisis realizado por el Titular respecto de las acciones que realizará el proyecto y que puedan afectar la condición actual del ecosistema marino (línea de base), se identificaron las actividades del proyecto que podrían generar cambios sobre esa condición. Dicho análisis no implica que necesariamente se producirán impactos significativos, sino que sólo identifica qué acciones tienen potencial de generar alteraciones, para luego evaluar su magnitud, duración y relevancia. Así es como durante la fase de operación, el Proyecto contempla la captación continua de agua de mar a través de una estructura de toma submarina. Esta acción es permanente y forma parte del funcionamiento normal de la planta desaladora. La principal interacción potencial con la biota marina asociada a esta acción se relaciona con los organismos microscópicos presentes en la columna de agua, particularmente el plancton. El plancton está compuesto por organismos que flotan o derivan con las corrientes marinas y se clasifica en:

85. Fitoplancton: microalgas y organismos fotosintéticos que constituyen la base de la cadena alimentaria marina.
86. Zooplancton: pequeños organismos animales que se alimentan de fitoplancton u otros microorganismos.
87. Ictioplancton: huevos y larvas de peces que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que estos organismos no tienen capacidad activa de escape frente a corrientes intensas, existe la posibilidad de que una fracción del plancton presente en el volumen de agua captado pueda ingresar al sistema. No obstante, esta interacción fue evaluada específicamente en los estudios presentados, considerando: el caudal de captación, la velocidad de ingreso en la boca de toma, la dinámica natural del sistema marino local, la abundancia planctónica determinada en la línea de base. Los estudios indican que el volumen de agua captado representa una fracción extremadamente pequeña respecto del volumen total de agua que circula naturalmente en el sistema costero. El área de influencia de la captación es localizada y no compromete la totalidad del ecosistema marino del sector.

Asimismo, el plancton en ambientes marinos costeros presenta alta variabilidad natural, renovación constante por efecto de corrientes, reproducción continua, amplia distribución espacial. Por lo tanto, aunque la captación puede implicar la incorporación de una pequeña fracción de organismos planctónicos presentes en el volumen de agua captado, esta interacción no genera una reducción significativa de la abundancia a escala poblacional ni altera la estructura del ecosistema marino. Cabe señalar que el plancton forma parte de un sistema dinámico de alta productividad natural, en el cual la renovación ocurre de manera permanente. En consecuencia, la captación continua de agua de mar no implica una afectación masiva ni acumulativa de las comunidades planctónicas del área.

Asimismo, durante la fase de operación, el Proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu. Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la siguiente Figura que muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino.



Tal como se observa en la Figura anterior, la descarga no se realiza como un flujo único concentrado, sino que el sistema de difusores fracciona el caudal en múltiples chorros de alta energía. Esta configuración hidráulica genera turbulencia inducida, arrastre de agua ambiental hacia la pluma, mezcla rápida en el campo cercano. La salmuera, al presentar una densidad levemente superior al agua de mar receptora (≈34,87 psu), tiende a descender y mezclarse con el agua circundante. Este proceso corresponde a la dilución inicial o zona de mezcla, donde la concentración se reduce significativamente en pocos metros desde el punto de descarga. Posteriormente, la pluma residual

continúa dispersándose mediante corrientes marinas, oleaje, difusión turbulenta natural, procesos de mezcla vertical y horizontal. Este segundo proceso corresponde a la dilución en campo lejano.
El efecto ambiental asociado a esta acción corresponde a una variación localizada y temporal de la salinidad en el entorno inmediato del difusor. El impacto potencial sobre la biota podría manifestarse, en caso de superarse ciertos umbrales, en estrés osmótico en organismos planctónicos, alteraciones en tasas de crecimiento, mortalidad en organismos sensibles y magnitud real del efecto (evaluación científica).

Para determinar si la variación salina podría generar efectos adversos, se realizaron bioensayos de toxicidad aguda y crónica en organismos marinos sensibles, obteniéndose los siguientes resultados:

88. LC50 (48 h) en Tisbe longicornis: 40,60 psu. (Es la concentración de salinidad a la cual muere el 50% de los organismos expuestos, en este caso después de 48 horas.).
89. EC50 (96 h) en Isochrysis galbana: 44,80 psu. (Si organismos de esa especie permanecen 48 horas continuas en agua con 40,60 psu, el 50% moriría bajo condiciones de laboratorio).

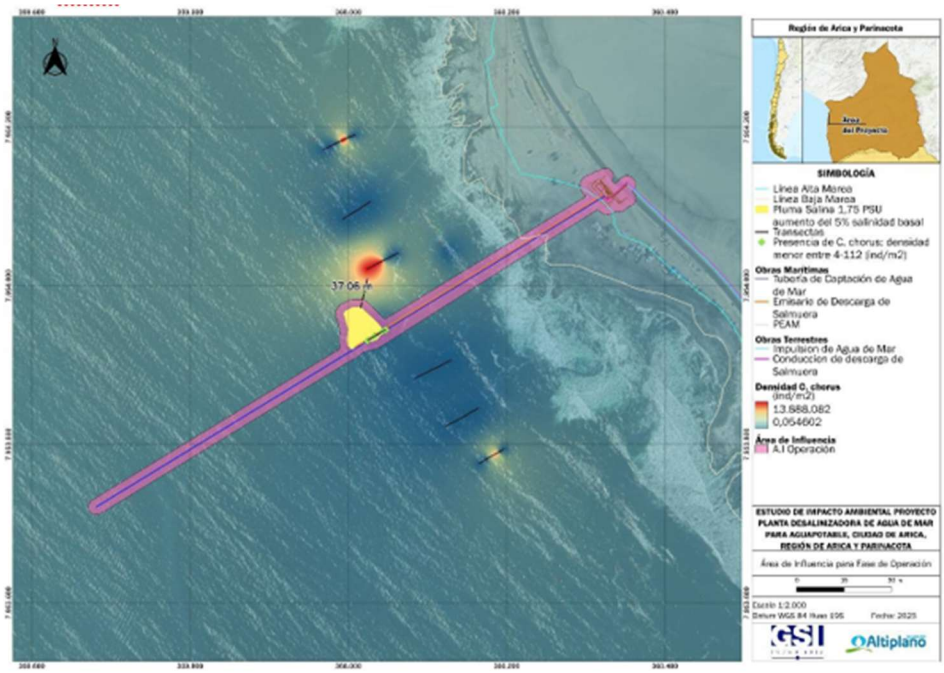
Los estudios demostraron que, a la salinidad natural del mar en el sector (34,87 psu), e incluso considerando una mezcla que simula un 5% de salmuera (36,57 psu), no se produjeron muertes ni efectos en el crecimiento de los organismos evaluados. Los resultados indican que los efectos biológicos comienzan a manifestarse recién a concentraciones superiores a la salinidad ambiental. La modelación de dispersión desarrollada para el Proyecto demuestra que la dilución inicial reduce rápidamente la concentración por debajo de dichos umbrales en el entorno inmediato del difusor y que, fuera de la zona de mezcla, la salinidad converge hacia condiciones naturales. Los ensayos fueron realizados en condiciones estáticas de laboratorio (sin corrientes), lo que constituye un escenario conservador respecto de las condiciones reales del medio marino. La descarga continua de salmuera genera una variación localizada, acotada espacialmente y de rápida dilución, restringida a la zona de mezcla definida por modelación. No se prevén efectos tóxicos agudos ni crónicos sobre la biota marina fuera del área inmediata de descarga, por lo que la acción no configura un impacto significativo en el área de influencia operacional.

Durante la fase de operación, el Proyecto contempla la presencia permanente del emisario submarino y su sistema difusor sobre el lecho marino, el cual permanecerá instalado de forma fija a lo largo de su trazado hasta el punto de descarga. Sin embargo, la presencia del emisario no implica una alteración extensiva del ecosistema, sino una modificación puntual y localizada del sustrato. La presencia permanente del emisario submarino genera una ocupación física acotada y localizada del lecho marino, sin afectar de manera significativa la estructura ni el funcionamiento del ecosistema bentónico en el área de influencia operacional. Tampoco se prevé pérdida significativa de hábitat ni alteración relevante de comunidades marinas fuera de la huella directa de la infraestructura. Durante la fase de operación, la acción que podría eventualmente interactuar con el banco natural identificado en el área corresponde a la descarga continua de salmuera a través del emisario submarino. No se contempla extracción, remoción, ni intervención directa del banco natural durante la fase operación.

Ahora bien, el banco natural de *Concholepas chorus* identificado en la línea de base se localiza en el entorno marino cercano al trazado del emisario. Con el objeto de evaluar su eventual interacción con

la descarga, se desarrolló una modelación hidrodinámica específica cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Figura. Área de influencia en fase de operación, pluma salina proyectada y ubicación del banco natural de C. chorus.



Tal como se observa en la figura anterior, la pluma salina modelada (1,75 PSU sobre condición basal) se restringe espacialmente al entorno inmediato del difusor; el aumento del 5% sobre la salinidad basal se encuentra delimitado; el banco natural se ubica fuera del núcleo de máxima concentración; y la distancia mínima observada entre la zona de mayor concentración y el banco es del orden de 37 m. La interacción potencial con el banco natural podría ocurrir únicamente si la pluma salina alcanzara concentraciones superiores a los umbrales biológicos críticos en su ubicación; modificación del sustrato, alteración persistente en la calidad del agua y evaluación del efecto sobre el banco. Sin embargo, la modelación demuestra que, en el área del banco natural, la variación salina proyectada se mantiene dentro del rango de variabilidad natural; no se alcanzan concentraciones cercanas a los umbrales determinados en bioensayos (LC50 40,60 psu; EC50 44,80 psu); la anomalía salina es localizada y decreciente; no existe deposición ni alteración del sedimento en el área del banco; y la infraestructura no intercepta físicamente el núcleo del banco natural. Adicionalmente, el incremento modelado equivalente a 5% de salmuera (36,57 psu) no generó mortalidad ni inhibición del crecimiento en los ensayos realizados.

La interacción proyectada corresponde, en el peor escenario modelado, a una variación salina leve, localizada y transitoria, que no alcanza niveles biológicamente dañinos en el área del banco natural. No se proyecta pérdida de densidad significativa, mortalidad masiva, alteración estructural del banco y fragmentación del hábitat. Conforme a la modelación hidrodinámica, la delimitación del área de influencia en operación y los resultados de toxicidad, no se configura afectación significativa sobre el

banco natural identificado en el área del proyecto. La variación salina se restringe a la zona de mezcla inmediata, manteniéndose fuera del núcleo del banco y por debajo de umbrales críticos para la especie.

Con el objetivo de asegurar que las condiciones ambientales declaradas en la evaluación se mantengan durante la fase de construcción y operación del proyecto, el Titular ha incorporado un conjunto de medidas de seguimiento, control y compromisos ambientales, los que permiten verificar en terreno que los impactos evaluados efectivamente se mantengan como no significativos. Estas medidas se encuentran detalladas en el Plan de Seguimiento Ambiental (Ver Anexo 5.3 de la Adenda Extraordinaria), Plan de Vigilancia Ambiental (Ver Anexo 5.4 de la Adenda Extraordinaria) y en los Compromisos Ambientales Voluntarios (Ver Anexo 7 de la Adenda Extraordinaria) presentados en el proceso de evaluación.

En cuanto al seguimiento en la fase de operación, el foco se concentra en la descarga de salmuera y su interacción con el medio receptor. A saber:

1. Seguimiento de calidad de agua.
2. Monitoreo periódico de parámetros fisicoquímicos.
3. Verificación del comportamiento de la pluma salina.
4. Control del cumplimiento normativo (DS 90 y normativa aplicable).
5. Evaluación del comportamiento de la zona de mezcla.

El objetivo es confirmar que la variación de salinidad se mantenga dentro del área modelada y que no se generen efectos fuera de la zona de mezcla.

6. Seguimiento del banco natural identificado (ver Anexo 3.3 Estudio de Bancos Naturales de la Adenda Extraordinaria)
    52. Verificación periódica de la condición del banco natural.
    53. Evaluación de densidades y estado de las especies dominantes.
    54. Comparación con la línea de base.

El objetivo es asegurar que no exista alteración estructural ni funcional del banco.

7. Seguimiento de biota marina.
    67. Monitoreo del entorno bentónico cercano al emisario.
    68. Observación de posibles cambios en abundancia o composición.
    69. Evaluación comparativa con la línea de base.

En relación con los Compromisos Ambientales el Titular se comprometió a:

8. Operar el sistema de descarga conforme a los parámetros modelados.
9. No modificar el diseño del difusor sin evaluación ambiental previa.
10. Aplicar las medidas de mitigación acústica comprometidas.
11. Mantener sistemas de mantención preventiva para evitar fallas.
12. Reportar resultados de monitoreo a la autoridad ambiental.

Respecto del aspecto relacionado con las tronaduras, se informa que siempre que se implementa un Proyecto en áreas que interactúan con el medio humano, como es el caso de Playa Arenillas Negras,

se realiza una evaluación de los posibles impactos en los receptores cercanos, que son las personas y comunidades que dependen directamente de esos recursos. En este caso, se han tenido en cuenta los usos sociales, económicos y culturales de la playa por parte de las familias de orilleros y recolectores. Es importante destacar que, en este Proyecto, se han realizado estudios no solo sobre el impacto ambiental en los ecosistemas marinos, sino también sobre los posibles efectos en las actividades humanas que se desarrollan en la zona, especialmente aquellas relacionadas con el uso de la playa y los recursos marinos.

En relación con la preocupación manifestada por la comunidad respecto de una posible afectación a la generación, reactivación o agrandamiento de socavones producto de las obras del Proyecto, el Titular ha informado que el Proyecto comprende algunas actividades constructivas que pueden generar ruido y también vibraciones (ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria). Aunque ambas situaciones pueden percibirse de forma similar por las personas, desde el punto de vista físico no producen el mismo efecto sobre el entorno. En términos simples, el ruido corresponde a una onda que se transmite principalmente por el aire, mientras que las vibraciones se transmiten directamente por el suelo. Por esta razón, si se quiere analizar una eventual relación entre las obras del Proyecto y la estabilidad del terreno, el análisis debe centrarse en las vibraciones, ya que ese es el único mecanismo físico que, en teoría, podría interactuar con el subsuelo.

Para poder analizar esta inquietud, primero fue necesario identificar de manera referencial los sectores donde la comunidad ha reportado la existencia de socavones o problemas asociados a este fenómeno. Debido a ello, el titular recurrió a antecedentes de carácter público y referencial, principalmente información terciaria disponible en noticias y reportes de acceso público relacionados con eventos cercanos al área de estudio. De acuerdo con información pública disponible de la Municipalidad de Arica y antecedentes difundidos en medios de prensa regional y nacional.

En particular, se consideraron los sectores de la Planta de Tratamiento de Osmosis Inversa (PTOI), con su respectivo receptor más cercano Altos del Mar (S1) y la obra del camino de acceso con su respectivo receptor más cercano Lomas de Miramar (S2), donde se han registrado eventos de socavones en años anteriores y recientes, según lo informado en medios de prensa regional y nacional. A continuación, en la siguiente Figura se aprecian dichos puntos y su descripción se detalla en el Cuadro siguiente:

Figura. Ubicación de posibles socavones.

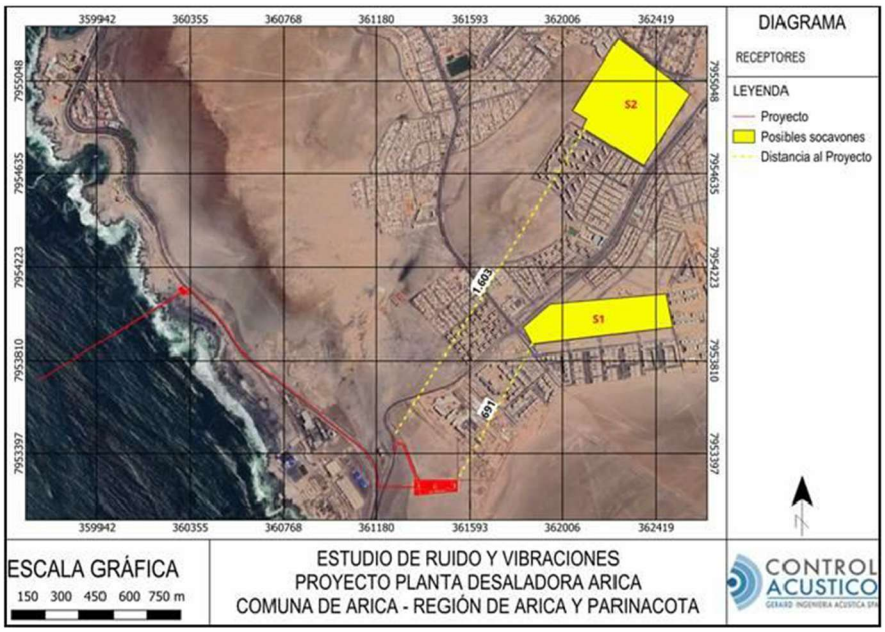


Figura 62 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Como esos reportes no indican la ubicación exacta de cada cavidad, se delimitaron áreas aproximadas donde este fenómeno habría ocurrido. Luego, el análisis se hizo considerando el punto de cada una de esas áreas que está más cerca del Proyecto, ya que ese sería el lugar donde podría presentarse el mayor efecto de vibración.

Tabla. Ubicación y descripción de puntos de medición.

Obra	Receptor más cercano	Descripción	Distancia al Proyecto [m]	Uso efectivo	Coordenadas UTM	
					Datum WGS 84 Huso 19 K	
					Este	Norte
PTOI	S1	Condominio Altos del Mar ubicado en intersección de calle San Ignacio de Loyola con calle Rafael Sotomayor.	691	Residencial	361.871	7.953.880
Camino de acceso	S2	Condominio Lomas de Miramar ubicado en calle Chiguayante.	1603	Residencial	362.108	7.954.831
	Nota: Coordenadas obtenidas mediante software.					

Fuente: Tabla 144 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es importante señalar que esta identificación tiene un carácter conservador y preliminar, ya que no corresponde a una localización oficial, georreferenciada o levantada en terreno específicamente para esta observación. En otras palabras, se trabajó con la mejor información disponible para hacerse cargo de la preocupación planteada, aun cuando no se contó con coordenadas exactas ni con un catastro formal de socavones entregado por quienes realizaron la observación.

Una vez definidos estos sectores de referencia, el paso siguiente consistió en evaluar de qué manera, desde un punto de vista físico, las actividades del Proyecto podrían eventualmente relacionarse con un fenómeno de esta naturaleza. En ese marco, el análisis considera que una posible interacción solo podría darse si las vibraciones generadas por las obras llegaran al terreno con una intensidad suficiente como para producir movimientos relevantes en el subsuelo. Para estudiar esa posibilidad, se utilizó como parámetro la velocidad pico de partícula o PPV, que es una medida comúnmente utilizada para evaluar la intensidad de las vibraciones producidas por actividades como tronaduras, golpes de hincado o tránsito de maquinaria pesada.

Dicho de manera sencilla, este indicador permite estimar cuán fuerte "se mueve" el terreno producto de una fuente de vibración y cómo ese movimiento disminuye a medida que aumenta la distancia respecto del lugar donde ocurre la actividad. Por ello, calcular este valor en los sectores donde se ha reportado la presencia de socavones permite contar con una primera aproximación técnica para evaluar si las vibraciones del Proyecto podrían o no tener la capacidad de influir en ese tipo de fenómeno.

Para evaluar las vibraciones del Proyecto, no se usa un solo método para todas las actividades, ya que el tipo de vibración cambia según la fuente que la genera. En otras palabras, no vibra de la misma forma una maquinaria pesada que opera de manera continua, como un rodillo vibratorio, que una tronadura, que genera una vibración puntual y de corta duración, pero de mayor intensidad.

Por esta razón, la evaluación considera una metodología distinta según la actividad analizada:

13. Para maquinaria pesada, se utilizó la metodología del manual norteamericano "*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*" (FTA), descrita en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria apartado "Vibraciones generadas por maquinarias". Este método se aplica a fuentes de vibración continua o repetitiva, como el tránsito y operación de equipos de construcción. En este caso, la maquinaria seleccionada para la evaluación fue el rodillo vibratorio, por corresponder al equipo que genera la mayor vibración continua dentro de las obras consideradas.
14. Para las tronaduras, se utilizó el método propuesto por la norma australiana AS 2187.2-2006, descrito en el ver Anexo 1.6 Actualización Ruido y Vibraciones de la Adenda Complementaria, apartado "Vibraciones generadas por tronaduras". Este método se emplea específicamente para eventos de vibración impulsiva, como las explosiones, y permite calcular la velocidad pico de partícula (PPV) en función de la carga de explosivo y de la distancia entre la tronadura y el punto evaluado (receptor).

De esta forma, la evaluación se desarrolló usando, para cada caso, el método técnico más adecuado según el tipo de actividad. Así, para las vibraciones continuas se consideró la maquinaria más exigente, que es el rodillo vibratorio, y para las vibraciones de mayor intensidad puntual se consideraron las tronaduras, permitiendo analizar de forma representativa los escenarios más relevantes del Proyecto.

Luego de proyectar las vibraciones, los valores se compararon con un criterio técnico de referencia internacional, utilizado para revisar si una vibración pudiese llegar a producir daños en construcciones. En este caso, se aplicó el criterio más exigente de la guía utilizada, es decir, el más conservador, de manera de evaluar la situación con un margen de seguridad mayor. El valor de referencia considerado fue de 0,12 [in/s], que corresponde a un nivel a partir del cual podrían presentarse daños menores en construcciones livianas o sensibles, como pequeñas grietas superficiales o movimientos leves en algunos elementos no estructurales. Es importante señalar que este valor de referencia no corresponde a un escenario de colapso del terreno ni a la formación de socavones, sino a posibles efectos menores en edificaciones.

Al realizar la proyección para los puntos evaluados, los resultados obtenidos fueron menores a 0,01 [in/s] en ambos casos analizados. Esto significa que las vibraciones estimadas para la maquinaria del Proyecto son muy inferiores al valor de referencia de 0,12 [in/s]. En términos simples, el nivel de vibración proyectado es tan bajo que se encuentra muy por debajo del nivel que, en un escenario más exigente, podría llegar a producir daños menores en construcciones sensibles. Por lo tanto, las vibraciones esperadas por el uso de maquinaria pesada no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla. Proyección de PPV en cada receptor. Vibraciones generadas por maquinaria pesada.

Obra	Receptor más cercano	Maquinaria	Distancia [m]	Distancia* [ft]	PPV proyectado [in/s]	PPV Máximo permitido [in/s]	Observación
PTOI	S1	Rodillo vibratorio	691	2.267	< 0,01	0,12	Cumple
PEAM	S2	Rodillo vibratorio	1.603	5.259	< 0,01	0,12	Cumple
	*Valor aproximado al entero más cercano.						

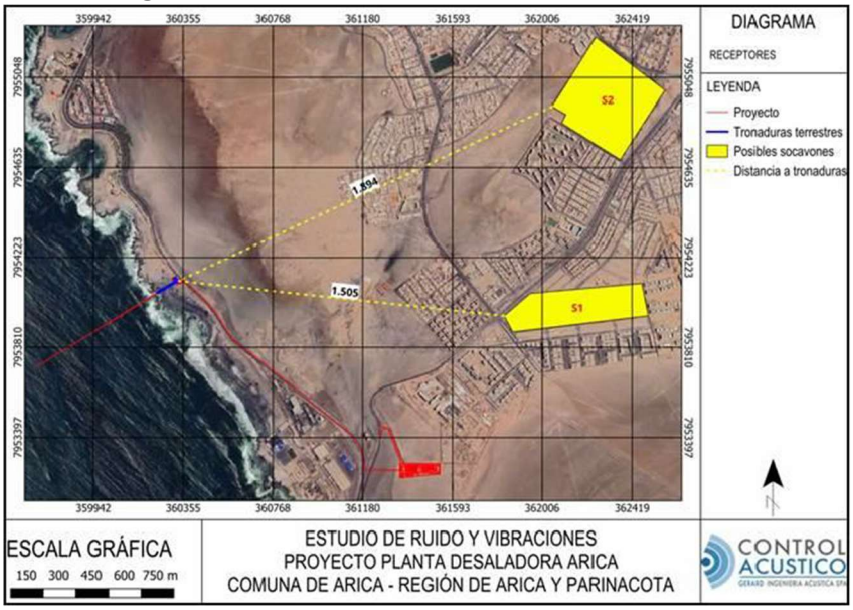
Fuente: Tabla 145 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

En ambos casos, los valores cumplen ampliamente con el criterio de referencia utilizado. Por ello, de acuerdo con esta evaluación, las vibraciones generadas por la maquinaria pesada del Proyecto no presentan potencial para producir daños en el terreno, ni para favorecer la formación de nuevos socavones, ni para agravar aquellos que han sido reportados de manera referencial por la comunidad.

Respecto de la consulta acerca de las tronaduras, también se realizó una estimación para conocer cuánta vibración podría llegar a los sectores evaluados. Para ello, los resultados se compararon con un valor de referencia, pensado para construcciones muy sensibles a las vibraciones, como edificaciones antiguas o protegidas. El valor de referencia utilizado fue de 3 [mm/s], que corresponde a un criterio muy conservador, de manera de evaluar el escenario con un alto nivel de resguardo. Para calcular la vibración proyectada por las tronaduras, se utilizó una metodología técnica internacional, que permite estimar cuánta vibración llega a un punto según dos factores principales: la cantidad de explosivo que detona en cada momento, y la distancia entre la tronadura y el lugar evaluado. En términos simples, mientras más lejos se encuentra un punto respecto de la

tronadura, menor es la vibración que le llega. Con esta metodología, se analizaron los puntos de evaluación definidos para esta observación. Los resultados muestran lo siguiente:

Figura. Distancia de socavones a tronaduras terrestres.



Fuente: Figura 63 del Anexo 15 Parte 11 de la Adenda Complementaria.

Es decir, la vibración estimada por las tronaduras del Proyecto es entre 30 y 40 veces menor que el valor de referencia utilizado para una condición muy sensible. Por lo tanto, de acuerdo con esta evaluación, las tronaduras previstas no presentan potencial para afectar la estabilidad del terreno, ni para producir daños en estructuras, ni para contribuir a la formación o agrandamiento de socavones en los puntos analizados. En base a la evaluación realizada, se concluye que las vibraciones proyectadas por el Proyecto, tanto las asociadas al uso de maquinaria como las generadas por tronaduras, son bajas y no tienen la intensidad suficiente para afectar la estabilidad del terreno en los sectores analizados.

En el caso de la maquinaria pesada, los valores estimados fueron menores a 0,01 [in/s], lo que equivale aproximadamente a 0,25 [mm/s]. En el caso de las tronaduras, los valores proyectados fueron de 0,10 [mm/s] y 0,07 [mm/s] en los puntos evaluados. Todos estos resultados se encuentran muy por debajo de los valores de referencia internacionales que se utilizan para revisar posibles efectos sobre estructuras o sobre el suelo. En otras palabras, las vibraciones estimadas para el Proyecto son muy inferiores a los niveles que podrían generar algún tipo de daño.

También es importante considerar que los sectores analizados, correspondientes a Altos del Mar y Lomas de Miramar, se encuentran a una distancia considerable de las obras del Proyecto. Esto significa que, a medida que la vibración se aleja de su fuente, va perdiendo fuerza de manera natural, por lo que llega mucho más débil a esos lugares.

Junto con lo anterior, es importante explicar que la existencia de socavones no depende solo de que haya vibraciones en una zona. Este tipo de fenómeno normalmente se relaciona con condiciones propias del terreno y del subsuelo, así como con la presencia y circulación de agua bajo la superficie. Por ejemplo, puede asociarse a filtraciones, erosión interna del suelo, cavidades subterráneas, arrastre de material fino o problemas de drenaje que ya existen previamente en un sector. Por eso, no basta con que una persona perciba ruido o una vibración menor para concluir que se producirá un socavón.

Asimismo, con la información revisada en la línea de base y en las fuentes públicas consultadas, los socavones reportados en la comuna de Arica corresponden a situaciones puntuales que se relacionan con características preexistentes del terreno y del drenaje subterráneo, y no con actividades similares a las consideradas en este Proyecto.

Por lo tanto, el análisis realizado no parte de la idea de que el Proyecto vaya a generar socavones, sino que responde de manera preventiva a la inquietud planteada por la comunidad, revisando si existe una posibilidad física real de que las vibraciones de las obras puedan influir en este fenómeno. A partir de esa revisión, y considerando los valores obtenidos, la distancia a los sectores evaluados y la naturaleza de los socavones reportados, se descarta que las actividades del Proyecto puedan generar, agravar o contribuir a la aparición de nuevos socavones en los sectores identificados como sensibles.

100. Observante: Andres Alejandro Romo Villalba

Observación N° 156:

La temperatura a la que regresa el agua (salmuera): ¿las temperaturas de la salmuera en la desalinizadora se regularan a la que tiene el mar?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado por el titular en la Parte 2 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, las plantas de ósmosis inversa (OI), como la modalidad utilizada en este proyecto, generan salmueras con mayor concentración de sales, pero con una temperatura que no supera en más de 1°C la del agua circundante.

Adicionalmente, en el Anexo 5.4 de la Adenda Excepcional el Titular establece un Plan de Vigilancia Ambiental, como parte de los Compromisos Ambientales Voluntarios presentados en el Anexo 7 de la Adenda Excepcional, que tiene como objetivo definir los procedimientos para monitorear las condiciones ambientales del Proyecto, permitiendo garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental y detectar posibles efectos no previstos de manera temprana para su pronta corrección. Para la pluma salina se controlarán temperatura, salinidad/conductividad y oxígeno disuelto, con el fin de determinar la fiabilidad de los modelos de pluma salina y de sedimentos para que estos no superen los impactos definidos en el estudio.

Observación N° 157:

Estudio de corrientes: ¿La descarga de salmuera como afectara a las corrientes marinas ya existentes?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

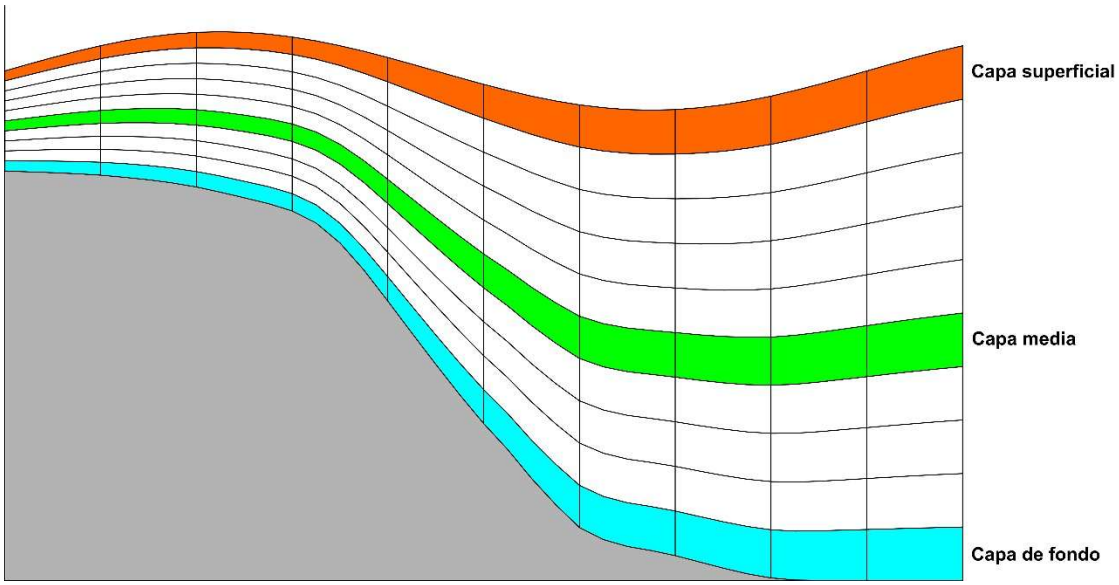
Respuesta a la observación:

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

Para el desarrollo del modelo de descarga de salmuera se utilizó una metodología que considera la configuración de un modelo hidrodinámico. Para la realización de la modelación y posterior explotación

de la herramienta numérica, se construyó una malla de 4.404 elementos y 2.330 nodos. El dominio utilizado abarcó profundidades desde 400,0 m hasta 0,0 m respecto del NRS, como se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Descripción de las capas consideradas del sistema de coordenadas sigma



Fuente: Figura 2-4, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

Luego, se realizó una modelación hidrodinámica de la situación base de la hidrodinámica 3D del sector de estudio de un año típico con las cuatro estaciones. En cada uno de ellos se incorporaron las variables de oleaje, mareas, vientos, temperatura del mar, salinidad del mar, radiación solar, humedad relativa y temperatura ambiente.

Posteriormente, se realizó una modelación de campo cercano, que busca conocer la salinidad que la descarga incorporará al medio marino debido a la operación de la planta de desalinización asociada al proyecto de Aguas del Altiplano, realizando un un set simulaciones hidrodinámicas las que se construyeron a partir de la combinación de distintos casos de corrientes y sobre las que se incorporó la operación de la descarga de salmuera proyectada.

La construcción de los casos se realizó mediante la siguiente discretización:

15. Direcciones de la corriente, entre 0° a 345° cada 22,5°, lo que implica 16 casos.
16. Magnitudes de la corriente, entre 0,001(≈0) m/s a 0,3 m/s cada 0,05 m/s, implicando 7 casos.
17. Características de la columna de agua: Invierno y verano.
18. Características de la descarga especificadas por el cliente, mencionadas en la sección 2.2.6 del Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria.

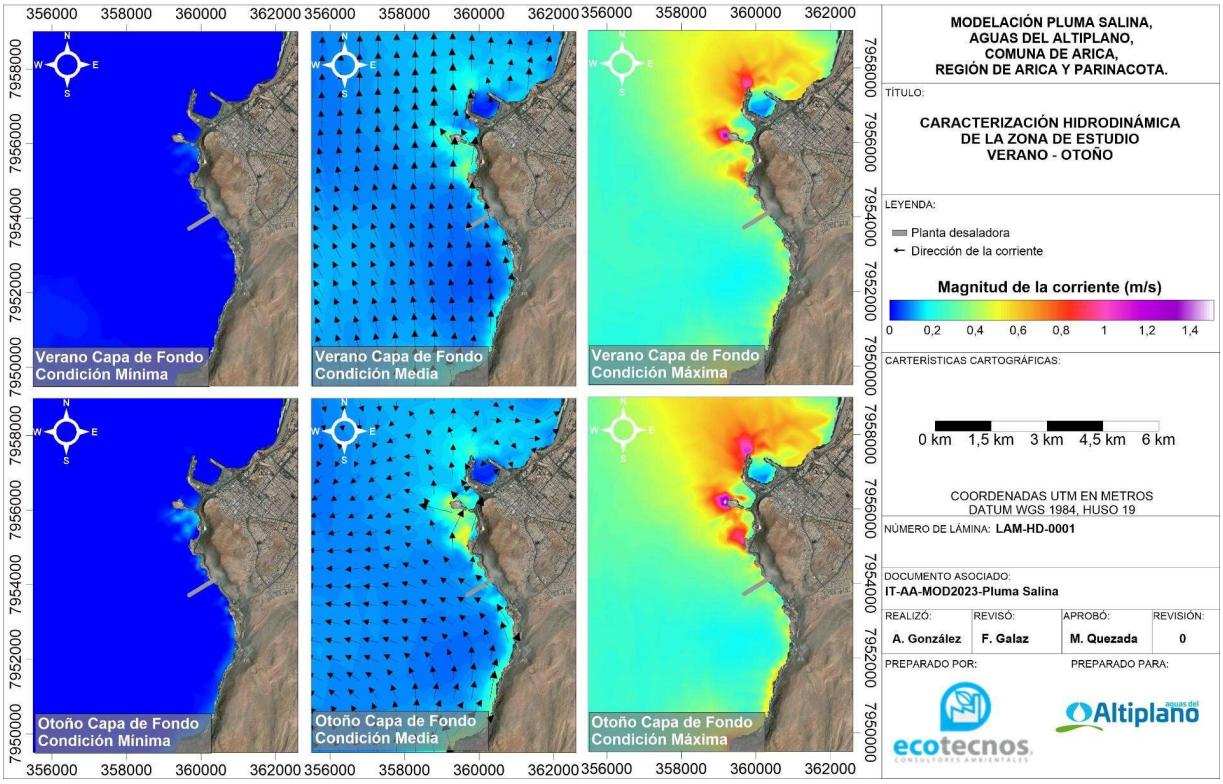
Finalmente, se realiza un acople entre los resultados del campo cercano al campo lejano, se aplicó una metodología basada en la simulación fuera de línea, basándose en los supuestos que se indican a continuación:

19. El campo cercano es esencialmente un problema de capa límite, de tal modo que la abertura lateral, es mucho menor que la longitud que la pluma recorre.
20. Las velocidades de la descarga son mucho mayores que las del medio marino, de tal modo que la advección impuesta por el campo lejano, solo es de interés cuando el chorro se detiene.
21. La escala de tiempo en la cual ocurren los procesos de mezcla de campo cercano, es muy diferente en comparación a los cambios de velocidad del medio marino.

Luego de definir las funciones de transferencia de salinidad y mediante el esquema de acople propuesto, se construyeron las condiciones de borde vinculadas a los términos fuente provenientes de los puntos de descarga desde la planta de desalinización, para ambas fases analizadas.

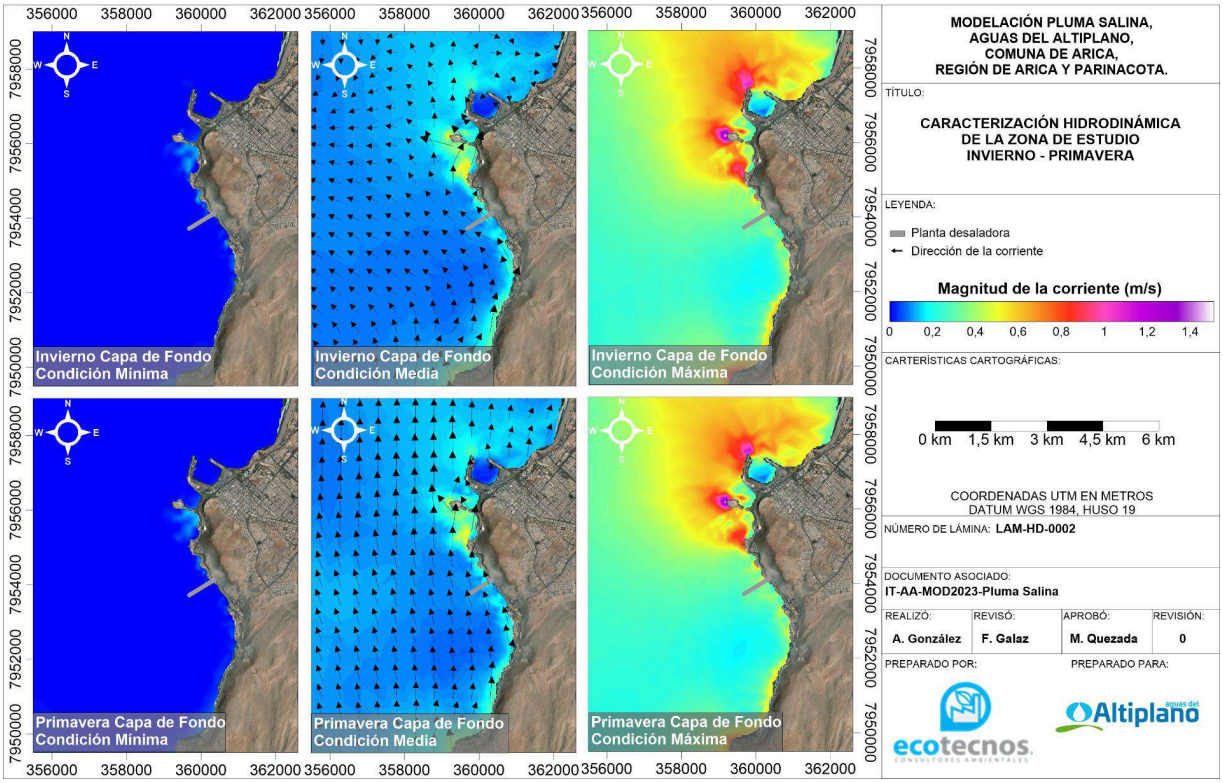
A continuación, se presentan los resultados de la Circulación de la hidrodinámica base de la zona de estudio para las 4 estaciones del año.

Figura. Circulación de la hidrodinámica base de la zona de estudio en verano y otoño



Fuente: Figura 3-1, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

Figura. Circulación de la hidrodinámica base de la zona de estudio en invierno y primavera



Fuente: Figura 3-1, Anexo 6.2, Adenda Complementaria.

Finalmente, se presentan los resultados del área de dispersión considerando la modelación presentada en detalle en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria. En este sentido, tal como se señala en la Parte 8 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, la descarga de salmuera no modifica ni altera las corrientes marinas, ya que:

22. El volumen de la descarga es mínimo en comparación con el flujo total del océano.

23. La dispersión de la salmuera ocurre a nivel localizado, diluyéndose rápidamente en la columna de agua.

24. La descarga se realiza a través de difusores submarinos que permiten una mezcla eficiente con el agua de mar sin generar perturbaciones en la dinámica oceánica.

25. Los estudios de modelación han confirmado que la velocidad y dirección de las corrientes marinas no se ven afectadas.

En conclusión, la salmuera se dispersa en el océano siguiendo el patrón natural de las corrientes marinas locales.

Observación N° 158:

Proceso de demolición: ¿en el proceso de demolición cuidaran todo tipo de fauna que se les cruce en el trabajo?

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación pregunta si, durante el proceso de demolición, se resguardará a toda la fauna presente en el área de trabajo. Dentro de las obras del Proyecto, la intervención física más cercana a lo que la observación describe como "demolición" corresponde a las tronaduras, terrestres y submarinas, que se ejecutan durante la fase de construcción para excavar el terreno y el fondo marino donde se instalarán las tuberías del Proyecto. Bajo esa interpretación, se presenta cómo la evaluación ambiental abordó la protección de la fauna, tanto durante la construcción como durante la operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

Todo proyecto sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental es analizado en relación con un conjunto de componentes ambientales, entendidos como las distintas dimensiones del entorno que podrían verse afectadas por sus obras. En este Proyecto, el expediente identifica dieciséis componentes de este tipo, entre los cuales se encuentran, específicamente, "Animales Silvestres", dentro del ámbito de los Ecosistemas Terrestres, y "Biota Marina", dentro del ámbito de los Ecosistemas Marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.27, p.3.33).

Respecto de la fase de construcción, para caracterizar a la fauna presente en el sector antes de iniciar cualquier obra, el expediente contempló cuatro campañas de terreno, realizadas en distintas estaciones del año: primavera de 2022, y verano, otoño e invierno de 2023. Cada una usó metodologías específicas según el grupo de animales estudiado: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Estas campañas muestran que el borde costero del área del Proyecto alberga especies en categoría de conservación de acuerdo al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, y que dichas especies, tanto las aves marinas como los reptiles costeros, hacen uso principalmente de ese borde costero. En total, son siete las especies identificadas bajo alguna categoría de conservación. Dos son reptiles: el corredor de cuatro bandas (Microlophus quadrivittatus), clasificado como Preocupación Menor, y el corredor de Arica (Microlophus heterolepis), clasificado con la categoría de Datos Insuficientes, que se asigna cuando la información científica disponible requiere ser complementada para determinar con precisión su grado de riesgo. Las otras cinco son aves: el pilpilén común, el zarapito, el pelícano de Humboldt, el piquero y la gaviota garuma, esta última clasificada como Vulnerable porque cuenta con una cantidad baja de lugares de nidificación conocidos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.39-2.42).

Dado que estas especies hacen uso principalmente del borde costero, y que la construcción introduce en ese sector la instalación de faenas, excavaciones, tronaduras y el tránsito de maquinaria y trabajadores, el expediente definió para la fase de construcción el impacto "Alteración de hábitats e individuos de Animales Silvestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.40).

Para resguardar a las aves, el Proyecto establece el Compromiso Ambiental Voluntario Monitoreo de Avifauna, que se implementará durante toda la fase de construcción con el objetivo de mantener controlada la abundancia y la riqueza de estas especies, de manera de resguardar a los ejemplares. Para los quirópteros y las golondrinas de mar del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, conocido por su sigla RECOGE, este monitoreo se extiende a la fase de operación, en primavera y otoño (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.2, pp.7.6-7.8). Cabe agregar que, en las cuatro campañas de línea base, el área del Proyecto se mantuvo libre de sitios de nidificación de aves (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.42). Para los reptiles y otras especies de baja movilidad, es decir, animales que se desplazan con lentitud para alejarse de la maquinaria, el Proyecto establece el compromiso Perturbación Controlada de Animales Silvestres de Baja Movilidad. Este consiste en una perturbación controlada en un radio de 30 metros en torno a la maquinaria pesada, es decir, una acción que induce a estos animales a abandonar el área antes de su intervención, complementada con barreras acústicas móviles que protegen su hábitat del ruido generado por las obras (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.121). El expediente vincula, además, el cumplimiento de las normas de calidad del aire durante la construcción con la protección de la fauna, y señala que, al cumplirse satisfactoriamente los criterios de las normas secundarias nacionales, se proyecta la ausencia de afectación a los ejemplares de fauna por esta vía (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.117).

Respecto de la golondrina de mar negra, los monitoreos específicos realizados durante la evaluación registraron ausencia de evidencia de que su ruta de vuelo hacia el mar pase por el sector donde se emplazan las obras (Adenda 1, Obs. 3.22, p.171). Con todo, el Proyecto incorpora un conjunto de acciones de manejo de la iluminación de sus instalaciones, orientadas a evitar la atracción y afectación de este tipo de aves durante la noche (Adenda 1, pp.171-172).

En cuanto a la fauna marina durante la construcción, las obras marítimas generarán ruido bajo el agua. Para resguardar a los lobos marinos, el Proyecto establece el compromiso Disuasión de Lobos Marinos, que consiste en recorrer, antes de las faenas que generan ese ruido, una zona de restricción de 300 metros en torno a la fuente y, ante la presencia de ejemplares, sumergir un equipo acústico de disuasión, de modo que la maquinaria entra en funcionamiento una vez que esa zona está libre de lobos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.3, pp.7.8-7.9). Sobre las tortugas marinas, el área de protección establecida para esta especie se ubica aproximadamente 4 kilómetros al sur del Proyecto (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.57), distancia superior a las áreas de afectación estimadas para esta especie (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.132). Adicionalmente, antes de cada tronadura submarina efectiva se realizan "tiros falsos" para ahuyentar a la fauna móvil presente en la zona de intervención (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.4, pp.7.9-7.10), y durante cada evento se instala una cortina de burbujas, sistema de doble anillo alimentado por aire comprimido que rodea el sector rocoso que se detona y atenúa el ruido y las ondas de choque, operativa antes, durante y después de cada detonación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.6, pp.7.11-7.12). Sobre el fondo marino, el efecto físico de las tronaduras queda acotado al 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, equivalente a 1.753 metros cuadrados, y se mantiene intacto el 95,5% restante. La recolonización natural de las comunidades intermareales, es

decir, de la franja de costa que la marea cubre y descubre, es esperable en un plazo de uno a cinco años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51).

Respecto de la fase de operación, para los reptiles del borde costero, identificados como especies de baja movilidad, el expediente consigna que las obras marítimas quedarán emplazadas bajo tierra, lo que deja disponible el espacio que estas especies utilizan (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.42).

Sobre la fauna marina, el expediente evaluó específicamente el efecto que podría producir la captación continua de agua de mar sobre organismos de menor tamaño que pudieran ser arrastrados junto con esa agua, como huevos y larvas de peces. Para dimensionar este efecto se utiliza un cálculo llamado Pérdida de Adulto Equivalente, que estima cuántos ejemplares adultos representaría, en términos poblacionales, la cantidad de huevos y larvas efectivamente captados. En el caso de la anchoveta, una de las especies de interés pesquero de la zona, este análisis estimó una pérdida mediana de 0,43 toneladas mensuales, en una región cuyo desembarque de anchoveta alcanzó 93.225 toneladas en 2023, de las cuales 93.187 corresponden a desembarque artesanal (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.63-2.64).

Sobre las comunidades que viven fijas en el fondo marino junto al emisario de descarga, es decir, la tubería que conduce la salmuera hacia el mar, se encuentran moluscos, crustáceos y otros organismos que, a diferencia de la fauna que se desplaza libremente, permanecen en el mismo lugar durante toda su vida y están expuestos de forma continua mientras dure la operación. El expediente evaluó este efecto de forma específica bajo el impacto "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.82, pp.3.117-3.119), y el exceso de salinidad se reduce a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, p.8).

En cuanto a lo que se descarga al mar durante la operación, durante la operación, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790).

Estas condiciones se verifican en terreno mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el programa de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación. El plan monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas y la fauna íctica, es decir, los peces. Además, monitorea semestralmente los bancos naturales de recursos hidrobiológicos e incluye el avistamiento de aves, reptiles y mamíferos marinos (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

Integrando lo señalado, tanto en la fase de construcción como en la de operación, la fauna del sector, terrestre y marina, fue caracterizada mediante estudios de terreno específicos, identificada especie por especie según su estado de conservación, y resguardada mediante compromisos específicos. Entre ellos están el monitoreo de avifauna durante la construcción, que se extiende a la operación para las especies del Plan RECOGE, la perturbación controlada de 30 metros para la fauna de baja movilidad, las medidas de manejo lumínico para la golondrina de mar negra y la disuasión acústica de los lobos marinos. El área de protección de las tortugas marinas se ubica a unos 4 kilómetros del Proyecto, y durante las tronaduras submarinas se aplican tiros falsos y una cortina de burbujas. Durante la operación, se evaluaron en particular las comunidades bentónicas y la eventual captación de larvas de peces, los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga, y un Plan de Vigilancia Ambiental exigible durante toda la operación verifica estas condiciones en terreno.

Observación N° 159:

Impacto a la calidad del agua de mar: Aumento de la turbidez al descargar la salmuera afectando la capacidad fotosintética de las plantas. La salmuera y sus componentes antiescalantes.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

Respecto a la turbidez del agua, en la Parte 8 del Anexo 15 de la Adenda Complementaria, se señala que la descarga de salmuera no genera un aumento significativo de la turbidez, ya que:

26. La salmuera es un líquido transparente y no contiene sólidos en suspensión. No transporta sedimentos ni partículas, a diferencia de descargas de ríos o aguas residuales.

27. Se dispersa rápidamente gracias a los difusores del emisario submarino, asegurando una mezcla eficiente sin formar nubes de turbidez.

28. Estudios de modelación han confirmado que la salinidad se diluye en cuestión de metros, sin afectar la claridad del agua ni la penetración de la luz solar.

Por lo tanto, la capacidad fotosintética de las plantas marinas no se verá afectada, ya que la luz seguirá llegando a las zonas donde crecen algas y fitoplancton.

Respecto al uso de los antiescalantes, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

101. Observante: STI de Buzos Mariscadores de Pulmón y Auxiliares de Buzos

Observación N° 100:

Impacto al ecosistema marino: La empresa aguas del altiplano al presentar el proyecto no tomo en cuenta todo el daño que va a hacer a nuestro mar, sobre todo en el sector de arenillas negras, con la sal que botaran (salmuera) y los químicos que usaran al hacer mantención a los tubos y pozos o piscinas de tratado.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio marino, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

De acuerdo a lo declarado en el Anexo 15 de la Adenda Complementaria, durante la fase de operación, el proyecto contempla la descarga continua de salmuera a través de un emisario submarino equipado con difusores múltiples, a una profundidad aproximada de -21 a -25 m. La salinidad máxima del efluente previo a la dilución alcanza 63,69 psu.

Con el objeto de ilustrar el funcionamiento del sistema de descarga y el proceso de mezcla en el medio marino, se presenta la Figura, la cual muestra esquemáticamente el trayecto submarino del emisario, la ubicación de los difusores y el mecanismo de dilución inicial de la salmuera en el entorno inmediato del punto de emisión.

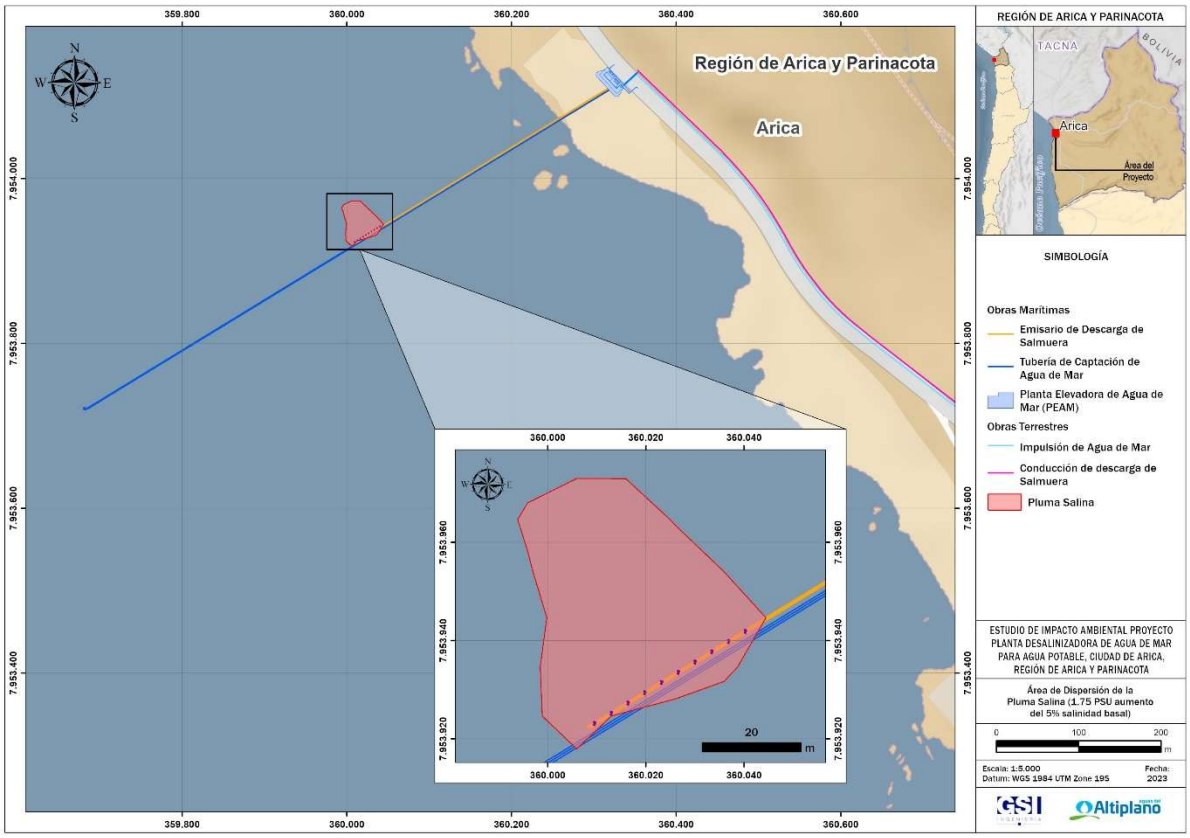
Figura. Esquema conceptual del emisario submarino y proceso de dilución inicial de la salmuera en el medio marino



Fuente: Figura 2, Anexo 15, Adenda Complementaria.

Respecto al aumento de la salinidad, en el Anexo 6.2 de la Adenda Complementaria se presenta un modelo de descarga de salmuera, que entrega los resultados de la modelación numérica de la dispersión de la pluma salina debido al funcionamiento de la planta desaladora proyectada.

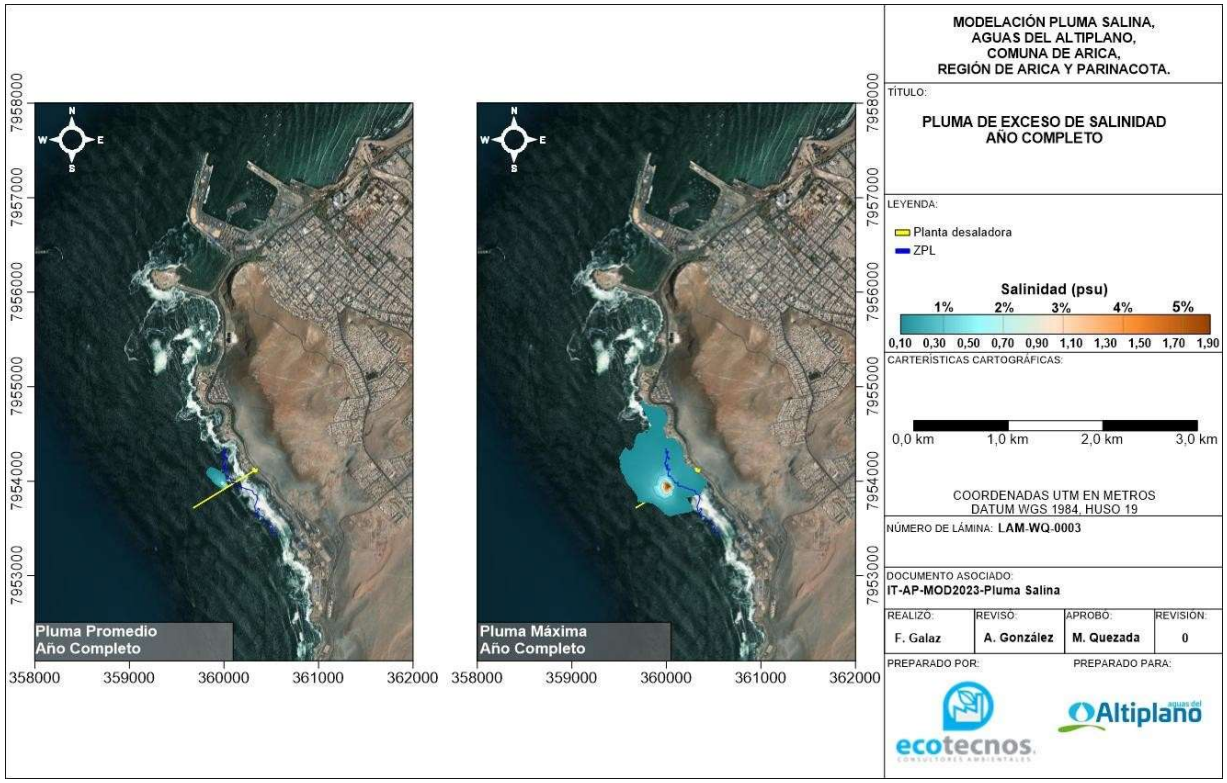
Figura. Área de dispersión de la Pluma Salina en la Fase de Operación



Fuente: Figura 2.65, Anexo 2, Adenda Excepcional.

En el Anexo anteriormente mencionado, se concluye que, para la configuración del efluente del estudio, respecto del punto de salida se estimó una distancia horizontal máxima de 15,91 m y una elevación de 1,95 m, desde el fondo. La pluma máxima anual se presenta en la Figura a continuación.

Figura. Pluma de condición media y máxima, año completo



Fuente: Figura 3-6, Anexo 6.2, Adenda Complementaria

Los cambios de salinidad esperados en el medio circundante, a la operación de la planta de desalinización del proyecto de Aguas del Altiplano, en promedio exhibirían áreas con excesos salinos (>0,1 psu) con extensiones de hasta 330 m largo en dirección norte, pero no superarían los 1,26 psu (aumento de 3,61%). Respecto a las condiciones máximas o extremas, la superficie donde se aumentó la salinidad basal se extendió hasta 1.306 m hacia el norte, con aumentos sobre el 5% solamente en las inmediaciones de la descarga con un área inferior a 0,18 ha, y donde el mayor valor fue de 2,86 psu (8,21%) pero solo en las inmediaciones de la descarga. En este sentido, la descarga de salmuera no modificaría significativamente la salinidad en la zona de la captación del proyecto. Los aumentos por encima del 5% se limitarán únicamente a las inmediaciones de la descarga, con una longitud promedio de la pluma de 107 metros como máximo.

Respecto a la descarga de salmuera a largo plazo, en el Anexo 7.25 de la Adenda Complementaria se realiza una modelación de la descarga de salmuera a los 10 años, donde se evidenció geometría similar en las plumas promedios de salinidad de descarga en los 12 años simulados, con magnitudes inferiores a 1% de exceso de salinidad. No se observaron efectos acumulativos de salinidad con el paso de los años, lo que estaría asociado a la energética hidrodinámica basal de la zona de estudio y diseño del difusor, permitiendo favorecer la dilución de la salmuera en el medio marino.

Por otra parte, en relación con la descarga de químicos en el mar, en el Anexo 2 de la Adenda Excepcional, se señala que durante la fase de operación del proyecto se considera el manejo de ácido sulfúrico, cloruro férrico, antiincrustante, hipoclorito de sodio, metabisulfito de sodio, hidróxido de sodio

y dióxido de carbono, vinculado con los procesos de pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento necesarios para la producción de agua potable a partir de agua de mar. En la Tabla a continuación se presentan las sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación.

Tabla. Sustancias químicas utilizadas durante la fase de operación

Sustancia	Función en el proceso	Consumo aproximado	Suministro anual
Ácido sulfúrico	Regulación de pH	427 kg/día	61,4 m³/año
Antiincrustante	Prevención de incrustaciones en membranas de OI	115 kg/día	16,3 m³/año
Cloruro férrico	Coagulación durante el pretratamiento	418 kg/día	78,5 m³/año
Dióxido de carbono	Remineralización del agua desalada	518 kg/día	165,3 m³/año
Hidróxido de sodio	Corrección de pH en postratamiento	43 kg/día	9,0 m³/año
Hipoclorito de sodio	Control bacteriológico y protección de membranas, filtros y tuberías	8,9–9 kg/día	21,4 m³/año
Metabisulfito de sodio	Tratamiento asociado al sistema de membranas	48 kg/día	8,6 m³/año

Fuente: Tabla 2.58, Anexo 2, Adenda Excepcional

En este sentido, aunque estas sustancias presentan características capaces de producir alteraciones químicas del suelo o del agua en caso de una liberación no controlada, su manejo ordinario no contempla contacto con dichos recursos. Los productos químicos utilizados en el pretratamiento y la limpieza de las membranas son neutralizados antes de su descarga, formando sales comunes y naturales que no representan riesgo para el medio ambiente.

En consecuencia, se indica que la descarga de salmuera al mar no afectará las condiciones de calidad del agua, así como tampoco los parámetros biológicos, razón por la cual se descarta que los impactos "Cambio en propiedades físico-químicas de la calidad del agua de mar", "Efecto adverso sobre comunidades planctónicas", "Efecto adverso sobre comunidades bentónicas" y "Efecto adverso sobre recursos marinos (peces y moluscos)" sean significativos, debido a que el Proyecto no cambia de gran manera las propiedades del agua en la zona de descarga. Cabe indicar además que, si bien la descarga de salmuera genera una alteración localizada, esta no afecta los parámetros de temperatura o salinidad de la zona. Además, es relevante señalar que este efluente cumplirá con los límites normativos indicados en el D.S. N° 90/2000. Por otra parte, es importante mencionar que el proyecto deberá contar con el Permiso Ambiental Sectorial 115 (PAS 115) para su desarrollo, el cual consiste en un permiso para introducir o descargar materias, energía o sustancias nocivas o peligrosas de cualquier especie a las aguas sometidas a la jurisdicción nacional. Este PAS deberá ser otorgado por DIRECTEMAR y sus antecedentes se presentan en el Anexo 1.3 de la Adenda Excepcional.

Observación N° 101:

Impacto Económico a los trabajadores del mar: Harán un daño tremendo, pero aun así no tomaron en cuenta lo que afectaran. El impacto económico a los buzos, pescadores, recolectores, asistentes de buzos, sería demasiado grande ya que dañaran nuestro trabajo, el único sustento económico que tenemos.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea la preocupación por el efecto económico del Proyecto sobre el trabajo de buzos, pescadores, recolectores y asistentes de buzo, que constituye su único sustento, y cuestiona si este efecto fue considerado en la evaluación. Para responder, se presenta cómo la evaluación consideró a estos trabajadores y sus modalidades de trabajo, cómo continúa su trabajo durante la fase de construcción, qué ocurre con los recursos de los que depende, el compromiso y la condición asociados a esa etapa, y lo que ocurre durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto.

Estos trabajadores fueron considerados de manera específica en el componente Medio Humano. La evaluación identificó siete organizaciones de pesca artesanal vinculadas a Arenillas Negras, que agrupan a buzos mariscadores a pulmón, auxiliares de buzo, pescadores y recolectores de orilla (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.88, p.388), y el Titular sostuvo reuniones con ellas, el 9 de septiembre y el 28 de octubre de 2025, en las que se recogieron sus preocupaciones sobre el acceso al medio costero y la descarga de salmuera (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.94, p.402). Las entrevistas a dirigentes de los sindicatos de buzos mariscadores y pescadores registraron que su principal fuente de ingresos proviene de la extracción y venta de productos del mar en caletas, mercados y ferias (Adenda 1, p.157), y los registros de desembarque muestran que, entre 2017 y junio de 2024, los recolectores de orilla extrajeron en el sector 29,27 toneladas de 21 especies y los buzos de apnea, es decir, buzos que trabajan a pulmón, 2,432 toneladas (Adenda Complementaria, Cuadros N°6.13 y N°6.14, p.198).

La evaluación describe, además, cada una de las modalidades de trabajo que menciona la observación. La recolección de orilla se realiza a pie en la franja de costa que la marea cubre y descubre, o buceando a pulmón hasta unos 5 o 6 metros de profundidad, y depende de la accesibilidad terrestre a la costa. El buceo a pulmón representa “una labor vital para los sectores más vulnerables de la pesca artesanal”, que aprovechan caladeros de fácil acceso como Arenillas Negras. El buceo mariscador, en el que el buzo recibe aire de un compresor instalado en una embarcación y trabaja habitualmente entre 12 y 15 metros de profundidad, se realiza con una tripulación compuesta por el buzo mariscador, un asistente de buzo en la superficie y un pescador artesanal que cumple el rol de patrón de la embarcación (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.69).

Durante la fase de construcción, este trabajo continúa, con restricciones acotadas en espacio y en tiempo. Para quienes ingresan al mar desde la playa, el acceso a la orilla se mantiene desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de la instalación de faenas, es decir, del recinto donde se ubican la maquinaria, los trabajadores y los materiales de la obra (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar, la instalación de las tuberías submarinas requiere un buffer de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a cada lado de las tuberías, activa entre los meses 4 y 14 de la construcción (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), cuya superficie coincide con entre 0,62 y 0,72 hectáreas del área de recolección de orilla (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.52); las embarcaciones pesqueras y las utilizadas por los buzos pueden rodear ese buffer y acceder a los demás sectores (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.4, p.32). Las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival: las nueve terrestres, con un intervalo mínimo de dos semanas y priorizando los días lunes, día de descanso de los pescadores (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49), y las cinco submarinas, con un intervalo mínimo de tres semanas y una evacuación solo en el mar durante los 20 minutos de cada evento, manteniéndose abiertos la playa y los roqueríos (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.54). Cada tronadura se avisa con 72 horas de anticipación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, p.7.21).

Estas restricciones corresponden al impacto MH1-CPM-IA19, “Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo”, que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierten al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras y, con ella, el sustento económico de quienes la desarrollan.

En cuanto a los recursos de los que depende este trabajo, durante la construcción la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el único banco natural identificado mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244), se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152). Las tronaduras intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia y mantienen intacto el 95,5% restante; si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). En las tronaduras submarinas se utiliza una cortina de burbujas, es decir, una barrera de burbujas de aire en torno al sector que se detona, que atenúa el ruido y las ondas de choque, junto con tiros falsos previos que alejan a la fauna móvil (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadros N°7.4 y N°7.6, pp.7.9-7.12).

Además, el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca", es decir, una medida que el Titular asume por iniciativa propia, contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, entre ellas la que agrupa a buzos mariscadores a pulmón y auxiliares de buzo, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.13, pp.7.24-7.26). Asimismo, esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21): el Titular deberá informar, dentro de las 24 horas siguientes al término de cada restricción, que esta ha finalizado, y comunicar con al menos cinco días de anticipación la siguiente, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), para que el acceso a los recursos sea más amplio entre tronaduras y obras marítimas.

Durante la fase de operación, que es la etapa permanente del Proyecto, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra, en el borde costero (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215); la torre de captación, es decir, la estructura por donde la planta toma el agua de mar, se ubica a 24 metros de profundidad y a 750 metros de la costa, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Adenda Complementaria, p.610); y el emisario, es decir, la tubería que devuelve al mar el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, va enterrado bajo el fondo marino en 298 de sus 367 metros, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, también fuera de la ZPL (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). El acceso al sector se mantiene libre, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314), y el banco natural de choro zapato será monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, es decir, el plan de mediciones periódicas que el Titular debe ejecutar durante la operación (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5; Adenda Complementaria, p.805). Así, concluidas las obras, el trabajo de buzos, pescadores, recolectores y asistentes de buzo, y con él su sustento económico, puede seguir desarrollándose en el sector.

Según lo señalado, el trabajo de buzos, pescadores, recolectores y asistentes de buzo fue considerado de manera específica en la evaluación: se identificaron sus siete organizaciones, se describieron sus modalidades de trabajo, incluido el rol del asistente de buzo y la importancia del buceo a pulmón para los sectores más vulnerables de la pesca artesanal, sus preocupaciones se recogieron en reuniones con el Titular y en entrevistas, y se reconoció la extracción y venta de productos del mar como su principal fuente de ingresos. Ese trabajo, y con él su sustento económico, continúa en ambas fases del Proyecto. En la construcción, el acceso a la orilla se mantiene por el norte y por el sur, el buffer de seguridad coincide con una superficie acotada del área de recolección y puede ser rodeado por las embarcaciones, y las tronaduras se concentran en eventos breves, avisados con anticipación y fuera del verano; esta restricción corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el

desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y se revierte al terminar las obras; conforme al análisis de esta Dirección Regional, el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras, con el banco de choro zapato a 44 metros del límite de la pluma de sedimentos, el aporte para equipamiento de pesca a las siete organizaciones y la condición que complementa el protocolo de avisaje. En la operación, con la PEAM soterrada, el emisario enterrado en su mayor parte, la captación y la descarga fuera de la ZPL, el acceso libre y el banco natural de choro zapato monitoreado por el Plan de Vigilancia Ambiental, el trabajo y el sustento de quienes trabajan en el mar pueden seguir desarrollándose

Observación N° 102:

Zonas de sacrificio: No solo terminaran de matar el marisco de Arenillas Negras, también afectara a bañistas, campistas, deportistas, buzos, etc que toda su vida han estado en esa playa. Señores Aguas del altiplano, por favor tomen conciencia de que el daño que harán será irreversible.

Evaluación técnica de la observación:

Esta Dirección Regional de Arica y Parinacota del Servicio de Evaluación Ambiental considera pertinente la observación, por cuanto se refiere a materias relacionadas con el medio humano, abordadas durante el proceso de evaluación de impacto ambiental del Proyecto.

Respuesta a la observación:

La observación plantea que el Proyecto convertiría a Arenillas Negras en una zona de sacrificio: que terminaría de matar el marisco del sector, que afectaría a bañistas, campistas, deportistas y buzos que toda su vida han estado en esa playa, y que el daño sería irreversible. Para responder, se presenta qué ocurre con el marisco y con cada uso mencionado, en la construcción y en la operación, y luego qué ocurre con el vínculo de las personas con la playa y qué cambios son permanentes y cuáles se revierten.

Respecto del marisco, durante la construcción las tronaduras, es decir, detonaciones controladas para fragmentar roca, intervienen el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal del área de influencia, es decir, de la roca expuesta en la franja de costa que la marea cubre y descubre, y mantienen intacto el 95,5% restante. Si bien la roca removida se pierde de forma definitiva, en el sector intervenido la recolonización de algas e invertebrados se espera en un plazo de 1 a 5 años (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 3.13, Cuadro N°3.41, pp.3.50-3.51). Mediante la metodología oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), denominada Índice de Ponderación de Bancos Naturales (IPBAN), se identificó como único banco natural el de choro zapato (Choromytilus chorus) (Adenda Complementaria, Cuadro N°6.29, pp.243-244); la pluma de sedimentos, es decir, la nube de partículas que se levanta del fondo al excavar para instalar las tuberías submarinas, se mantiene confinada al entorno inmediato de la excavación, y el banco se ubica a 44 metros de su límite externo (Adenda Complementaria, p.152).

Durante la operación, que es la etapa permanente del Proyecto, el agua con mayor concentración de sal que resulta del proceso, llamada salmuera, vuelve al mar por un emisario, es decir, una tubería de 367 metros, de los cuales 298 van enterrados bajo el fondo marino, con su punto de descarga a 10 metros de profundidad, fuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL), es decir, de la franja de mar adyacente a la costa (Capítulo 1, Descripción del Proyecto, EIA, p.1.79 y Cuadro N°1.48, p.1.80). La modelación de 12 años, entre 2012 y 2023, muestra que el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1% respecto de la salinidad natural, de forma estable a lo largo de los años simulados (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.111-2.112). Los bioensayos de toxicidad, es decir, pruebas de laboratorio que exponen organismos marinos a distintas concentraciones de sal, determinaron que los efectos adversos comienzan a partir de 40,54 unidades prácticas de salinidad (psu), unidad que equivale aproximadamente a gramos de sal por litro de agua, valor superior a la salinidad que genera la descarga, cuyo exceso máximo proyectado es de 3,98 psu sobre una salinidad natural de entre 34,87 y 34,95 psu, equivalente a un 11,39%, que baja a un 5% a 2,13 metros del punto de descarga (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 1.3 PAS 115, pp.8 y 10). En cuanto a lo que se descarga al mar, la planta utiliza productos químicos en las etapas de pretratamiento, osmosis inversa, proceso que separa las sales haciendo pasar el agua a presión por membranas, y postratamiento: ácido sulfúrico, para regular el pH, es decir, el grado de acidez del agua; cloruro férrico, para la coagulación, es decir, la agrupación de partículas finas para facilitar su retiro; antiincrustante, para prevenir incrustaciones en las membranas; hipoclorito de sodio, para el control bacteriológico, es decir, de bacterias, y la protección de membranas, filtros y tuberías; metabisulfito de sodio, para el tratamiento asociado al sistema de membranas; hidróxido de sodio, para corregir el pH en el postratamiento; y dióxido de carbono, para la remineralización del agua desalada, es decir, la restitución de calcio al agua producida (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, Cuadro N°2.58, pp.2.144-2.145). El hipoclorito de sodio que se dosifica en la tubería de captación para prevenir el crecimiento de organismos se neutraliza en el pretratamiento, antes de los filtros de cartucho, mediante un sistema de control automático con detención de emergencia de la dosificación (Adenda 1, p.58). Los productos aplicados en la captación y el pretratamiento, como antiincrustantes, biocidas, ajustadores de pH y coagulantes, se neutralizan o transforman antes de la descarga, mediante reacciones internas y mecanismos de control de pH, en compuestos inertes o sales presentes de forma natural en el agua de mar, de modo que la descarga queda libre de productos químicos activos y de residuos industriales adicionales (Adenda Complementaria, p.790). Estas condiciones se verifican mediante el Plan de Vigilancia Ambiental, que monitorea la salinidad en 22 estaciones, la columna de agua, los sedimentos, las comunidades bentónicas, es decir, los organismos que viven en el fondo marino, los peces y semestralmente los bancos naturales (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 5.4, Cuadro N°5.1, pp.3-5), incluido el de choro zapato (Adenda Complementaria, p.805). La Gobernación Marítima de Arica exige este plan durante toda la etapa de operación, mientras se mantenga activa la descarga al mar, y su frecuencia o parámetros solo podrán modificarse con fundamento técnico y pronunciamiento previo de la autoridad competente (ORD. N°12.600/97/SEA, Gobernación Marítima de Arica, 08.09.2026, Pronunciamiento Adenda N°3, punto 2).

En cuanto a los bañistas, durante la construcción la playa se mantiene abierta fuera de la instalación de faenas, es decir, del recinto de obras, con acceso a la orilla desde el norte, por el sector Pavicic, y desde el sur de ese recinto (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.76). En el mar rige, entre los meses 4 y 14 de la construcción, el buffer marino de seguridad, es decir, una franja de resguardo de 50 metros a

cada lado de las tuberías submarinas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.11, p.51), y las tronaduras se ejecutan entre abril y septiembre del primer año de obras, fuera del período estival, con áreas de seguridad que rigen solo durante los 20 minutos de cada evento (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.49 y p.54). Fuera de esas áreas, el baño puede seguir desarrollándose durante la construcción, y en la operación, con acceso a toda la playa, porque las restricciones de seguridad rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre los campistas, el camping corresponde a un uso familiar consolidado por más de siete décadas (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.41, p.150). El análisis propio de esta Dirección Regional estableció que la reprogramación de las tronaduras fuera del período estival mantiene disponible la playa durante ambos veranos de construcción, con una superposición de la instalación de faenas del 20% del territorio usado por los campistas en el primer período estival y del 10% en el segundo (Adenda Complementaria Extraordinaria, Cuadro N°3.22, p.86), de modo que el campamento puede seguir desarrollándose en el mismo lugar. El Titular contempla el Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en condiciones de habitabilidad del camping Arenillas Negras", es decir, una medida que asume por iniciativa propia, que considera una mesa de trabajo con la Agrupación Social, Cultural y Ambientalista Arenillas Negras, con al menos dos sesiones al año, y hasta cuatro baños químicos durante los meses de verano (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.9, pp.7.15-7.16), y esta Dirección Regional exige reforzarlo con una franja interior de dos metros, reservada como espacio libre de trabajo, y una exterior de tres metros, delimitada con cinta de peligro, en torno a la instalación de faenas, y con el Área de Secado y la Zona de Acopio libres de suelos húmedos o en proceso de secado durante los veranos. Conforme al análisis de esta Dirección Regional, la coordinación con la comunidad se sostiene en esa mesa de trabajo, con una antelación mínima de 30 días antes de cada período estival para su primera reunión y acta de acuerdos, y en el protocolo de avisaje complementado por la condición que establece esta Dirección Regional. Durante la operación, el camping puede seguir desarrollándose con acceso a la totalidad de la playa (Adenda Complementaria, p.314).

Respecto de los deportistas que practican surf y bodyboard, el área de enseñanza se ubica a 218,8 metros del buffer marino de seguridad y la ola izquierda, a 263 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Figura N°3.35, p.104), y la ola derecha, a 80 metros (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, p.2.191). Conforme al análisis propio de esta Dirección Regional, los tres sectores quedan fuera del corredor de exclusión, con un margen más ajustado en la ola derecha, y la práctica se mantiene en sus mismos sectores durante toda la construcción, para lo cual se establece como condición que, antes de iniciar la construcción, se cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes de la Gobernación Marítima para el proyecto técnico de uso de boyas de señalización. En la operación, la práctica puede seguir desarrollándose con acceso a todos los sectores de oleaje (Adenda Complementaria, p.314).

Sobre los buzos y los recolectores de orilla, la restricción temporal de acceso al mar que generan las obras marítimas fue evaluada como el impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo, y que se revierte al concluir la construcción (Adenda Complementaria, p.314). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, durante esa restricción el recurso se mantiene y la actividad extractiva puede continuar en la misma Playa Arenillas Negras. El Compromiso Ambiental Voluntario "Apoyo en equipamiento para organizaciones de pesca" contempla la entrega, por una única vez, de un aporte de $3.000.000 a cada una de las siete organizaciones de pesca artesanal, durante la fase de construcción, para la adquisición de equipamiento de pesca (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro

N°7.13, pp.7.24-7.26), y esta Dirección Regional establece como condición complementar el Compromiso Ambiental Voluntario "Protocolo de avisaje y entrega de información a grupos humanos sobre obras marítimas y terrestres" (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21), de modo que el Titular informe el término de cada restricción dentro de las 24 horas siguientes, para que las organizaciones reinicien sus faenas, y anuncie la siguiente con al menos cinco días de anticipación, mediante comunicaciones verificables dirigidas a los presidentes de las organizaciones de pesca artesanal y afiches en sus sedes, con aviso a la Autoridad Marítima e informes trimestrales a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Durante la operación, el acceso al sector se mantiene libre (Adenda Complementaria, p.314), de modo que el buceo y la recolección de orilla pueden seguir desarrollándose.

Respecto de quienes toda su vida han estado en esa playa, Arenillas Negras constituye un punto de encuentro para la pesca recreativa, la recolección de orilla, el surf y bodyboard y el camping estival (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 7, Cuadro N°7.11, pp.7.18-7.21). Conforme al análisis de esta Dirección Regional, el espacio comunitario se mantiene en su lugar durante la construcción: se reduce temporalmente la superficie disponible y se modifican algunos accesos, y las actividades que reúnen a la comunidad se mantienen en el mismo lugar, de modo que el espacio de encuentro y los vínculos que se generan en torno a él se conservan. En cuanto a la irreversibilidad, el cambio permanente que identifica el expediente es la pérdida de la roca removida por las tronaduras, ya señalada, en cuyo sector se espera la recolonización de algas e invertebrados. Las demás intervenciones son temporales: la instalación de faenas reduce su superficie a medida que finalizan las actividades (Adenda Complementaria Extraordinaria, p.24) y las restricciones de acceso rigen solo durante las obras (Adenda Complementaria, p.314). En la operación, la Planta Elevadora de Agua de Mar (PEAM) queda soterrada, es decir, bajo tierra (Adenda Complementaria Extraordinaria, Anexo Obs. 2, ECC Artículo 11, pp.2.214-2.215), y el emisario va enterrado en la mayor parte de su trazado.

Analizados los planteamientos de la observación, la roca removida por las tronaduras, el 4,5% del afloramiento rocoso intermareal, se pierde, con recolonización esperada en el sector intervenido, y en la operación el aumento promedio de salinidad se mantiene bajo el 1%, el exceso máximo es inferior al umbral de efectos adversos y los productos químicos se neutralizan o transforman antes de la descarga. El baño, el camping y el surf y bodyboard pueden seguir desarrollándose durante la construcción, y la restricción para buzos y recolectores de orilla corresponde al impacto MH1-CPM-IA19, "Interferencia al acceso al medio marino para el desarrollo de actividades de pesca bentónica, recolección y orilleo", que esta Dirección Regional califica como no significativo. El espacio de encuentro y los vínculos en torno a la playa se conservan y, concluidas las obras, todos estos usos cuentan con acceso libre a toda la playa.



Firmado por: Mauricio José Gutierrez López
Fecha: 10/11/2026 12:55:43 CLST