# ADENDA COMPLEMENTARIA

# "PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PUERTO MONTT"

**NOVIEMBRE 2026**

# I. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

**Sobre el Plan de Manejo de Aguas Lluvias**

**1.1 Se solicita aclarar técnicamente, cómo se resguardará la calidad de los cuerpos de agua subterráneos, así como los niveles freáticos de estos, del arrastre de sedimentos o contaminantes por parte de las aguas lluvia y su posterior infiltración durante la fase de construcción, que se propone en el Plan de Manejo de Aguas Lluvias.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y se presentan a continuación las medidas de control de Aguas Lluvias para la fase de construcción, precisando las medidas mediante las cuales se resguardará la calidad de las aguas subterráneas y sus niveles freáticos, de manera de evitar su alteración producto del arrastre de sedimentos o contaminantes y su posterior infiltración.

En primer término, se aclara que, durante la fase de construcción del proyecto que tendrá una duración estimada de 6 meses en cada subfase, se considera la infiltración natural de aguas lluvias al suelo. Esto, en virtud de las condiciones de permeabilidad relativamente alta, inferida de la granulometría, detalladas en el Anexo 2.5 Informe Geotécnico de la Adenda.

A su vez, también se aclara que la infiltración natural de las aguas lluvias será únicamente en aquellos sectores que no hayan entrado en contacto con fuentes de contaminación. Por tanto, el Proyecto no contempla la infiltración de aguas contaminadas ni de aguas provenientes de actividades industriales, lavado de equipos, derrames, residuos u otras fuentes distintas de la precipitación. Lo anterior debido a la impermeabilización y la condición estanca de las instalaciones de la Planta de tratamiento y que evita afectaciones por contacto de aguas servidas, lodos o sustancias químicas con el suelo.

Para evitar que las aguas lluvias incorporen sedimentos o contaminantes durante su tránsito por las áreas de construcción, se implementarán las siguientes medidas:

**Tabla 1. Medidas de control de aguas lluvias**

| Aspecto | Medidas de control |
|---|---|
| Aguas lluvias limpias | Las aguas precipitadas sobre superficies que no hayan estado en contacto con residuos, combustibles, lubricantes u otras sustancias contaminantes podrán continuar su infiltración natural dentro del terreno. |
| Escarpes, excavaciones y movimiento de tierra | Se mantendrán los frentes de obra y superficies expuestas acotados al mínimo necesario. En aquellos sectores donde exista posibilidad de arrastre de material se implementarán medidas temporales de retención de sedimentos, tales como barreras físicas, delimitación del área de trabajo o sistemas equivalentes, según las condiciones del frente de obra. |

| Aspecto | Medidas de control |
|---|---|
| Acopios de material | Los acopios temporales se mantendrán delimitados y ordenados, evitando su emplazamiento en sectores donde puedan generar escurrimientos directos hacia cuerpos de agua. Cuando las condiciones meteorológicas o características del material lo requieran, se adoptarán medidas de cobertura o contención para reducir el arrastre de sólidos. |
| Residuos | Los residuos domiciliarios y asimilables serán almacenados en bolsas dispuestas al interior de contenedores plásticos cerrados. Los residuos industriales no peligrosos serán mantenidos en sectores delimitados y retirados oportunamente hacia instalaciones autorizadas. |
| Maquinaria, combustibles y lubricantes | Se prohíbe realizar cambios de aceite, abastecimiento de combustible o mantenciones mayores directamente sobre suelo natural. La maquinaria contará con mantención preventiva para reducir el riesgo de pérdidas de hidrocarburos. |
| Derrames accidentales | Frente a un derrame se procederá inmediatamente a detener la fuente, contener el producto mediante material absorbente o barreras, retirar el material y, cuando corresponda, el suelo afectado. Los residuos resultantes serán gestionados conforme a su peligrosidad mediante gestores autorizados. |
| Aguas lluvia que entren en contacto con contaminantes | Estas aguas no serán infiltradas directamente al terreno. El sector será contenido y gestionado conforme al Plan de Contingencias y Emergencias, evitando su propagación hacia sectores de infiltración o cuerpos de agua. |
| Inspección | Durante la construcción se inspeccionarán periódicamente los sectores de excavación, acopios y almacenamiento de residuos y, especialmente, después de precipitaciones de mayor intensidad, verificando la ausencia de erosión, arrastre de sedimentos o evidencias de contaminación. |

Fuente: Elaboración propia

Estas medidas complementan los resguardos para la protección de las aguas subterráneas durante la construcción, que incluyen la mantención preventiva de maquinaria, prohibición de efectuar cambios de aceite o abastecimiento de combustible sobre suelo natural, manejo controlado de residuos y respuesta inmediata frente a eventuales derrames.

**Resguardo de la calidad de las aguas subterráneas**

Considerando que el sector de emplazamiento directo corresponde a un terreno anteriormente utilizado para extracción de áridos, el control se enfocará en evitar que las aguas lluvias actúen como vehículo para el transporte de contaminantes desde las actividades constructivas hacia el subsuelo. Por lo anterior, se distinguirá entre:

a) aguas lluvias no contaminadas: para las cuales podrá mantenerse el proceso natural de infiltración.
b) aguas lluvias que hayan entrado en contacto con sustancias o residuos peligrosos: las cuales serán tratadas como el derrame de una sustancia o residuo peligroso.

De esta manera, a continuación se presenta el Plan de contingencias y emergencias asociado al Derrame de combustibles, sustancias químicas y/o residuos peligrosos, el cual se aplicará en caso de que las aguas lluvias entren en contacto con sustancias o residuos peligrosos.

**Tabla 2. Plan de contingencia y emergencia: Derrames de combustibles, sustancias químicas y/o residuos peligrosos**

| **Riesgo Derrames de combustibles, sustancias químicas y/o residuos peligrosos / Fase de construcción y operación.** | |
|---|---|
| Riesgo o contingencia | Derrame de combustibles, sustancias químicas y/o residuos peligrosos |
| Fase del proyecto a la que aplica | Fase de construcción y operación. |
| Emplazamiento, parte, obra o acción asociada | Generación y transporte de residuos e insumos. |
| Acciones o medida a implementar para controlar la contingencia | • Los insumos químicos utilizados para la construcción y/u operación de la PTAS, serán almacenados en bodegas cerradas protegidas de las condiciones climáticas y de acceso controlado.<br>• Su almacenamiento dependerá de las cantidades y la clasificación de riesgo según DS 43/2017 del MINSAL. Estos insumos llegarán de forma segura a la ubicación del proyecto procurando que su transporte cumpla con las medidas exigidas.<br>• Respecto a los residuos peligrosos generados en cualquier de las fases del proyecto, serán almacenados en bodega de residuos peligrosos, la cual cumplirá con los requisitos establecidos en el D.S. N°148/03 del MINSAL. Cabe indicar que el retiro y transporte de estos residuos se realizará mediante una empresa autorizada sanitariamente para dicha actividad.<br>• Todos los trayectos hacia las dependencias del proyecto de sustancias y residuos peligrosos serán responsabilidad de la empresa transportista, quedando estipulado en los alcances de la licitación de proveedores. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>Se mantendrá un registro de las sustancias y residuos peligrosos, con su correspondiente hoja de seguridad. Asimismo, se mantendrá un registro del retiro de dichos residuos. Adicionalmente, se realizarán revisiones periódicas a la bodega de residuos peligrosos y áreas de acumulación de sustancias peligrosas.<br>Se pondrá especial atención al estado de recepción y almacenaje de las respectivas sustancias. Además, se monitoreará el correcto uso o disposición de las sustancias para prevenir derrames. Esto lo hará una persona a cargo con las competencias para realizar este monitoreo.<br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>Como forma de control, se mantendrá un registro de las sustancias y residuos peligrosos, con su correspondiente hoja de seguridad. Asimismo, se mantendrá un registro del retiro de dichos residuos. Adicionalmente, se realizarán revisiones periódicas a la bodega de residuos peligrosos y áreas de acumulación de sustancias peligrosas.<br>Adicionalmente, el suceso será notificado a la SMA a través del Sistema de Seguimiento Ambiental de la RCA. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del presente documento (Anexo 3 de la adenda complementaria). |

| Riesgo Derrames de combustibles, sustancias químicas y/o residuos peligrosos / Fase de construcción y operación. | |
|---|---|
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | **Durante la emergencia:**<br>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.<br>Además, se deberá apagar y alejar todo equipo o fuente de ignición; y se rodeará el área con material absorbente como Peat Sorb, el cual corresponde a un polvo absorbente de hidrocarburos y derivados, consistente en una turba de musgo tratada para aumentar el rendimiento de absorción y minimizar la creación de polvos y otras partículas aerógenas.<br>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. Finalmente, se deberá intentar detener el derrame o fuga, solo si se puede hacer de forma segura. En caso contrario, llamar a emergencias.<br>**Después de la emergencia:**<br>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. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan de Emergencia | La activación de las acciones de emergencia será comunicada a la Superintendencia de Medio Ambiente cuando sucedan, a través de un reporte que contenga: Fecha, lugar, descripción, medidas tomadas, y registros, el que será cargado al Sistema de Seguimiento Ambiental de la RCA del proyecto habilitado en el sitio web de la Superintendencia de Medio Ambiente |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del presente documento (Anexo 3 de la adenda complementaria). |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda complementaria.

Asimismo, en caso de observarse aguas con arrastre visible de sedimentos producto del movimiento de tierra, éstas serán sometidas a medidas de retención de sólidos antes de permitir su infiltración o escurrimiento fuera del frente de trabajo.

De esta manera, el hecho de que el suelo presente predominantemente una composición de gravas y arenas, asociada a la antigua extracción de áridos, no se utilizará como único fundamento para el manejo de las aguas lluvias. Por el contrario, dadas las características granulométricas y texturales que son consistentes con un suelo de permeabilidad relativamente alta, que se condice con la capacidad potencial de permitir el tránsito de agua hacia niveles inferiores, el Proyecto aplicará medidas preventivas para que la infiltración se limite a aguas que mantengan su condición de aguas lluvia no contaminadas.

De acuerdo con el Informe Geotécnico, el área de emplazamiento presenta predominantemente suelos granulares gruesos, correspondientes a gravas pobremente graduadas (GP) y gravas pobremente graduadas limosas (GP-GM), caracterizadas por una baja proporción de partículas finas y ausencia de plasticidad. Los ensayos granulométricos muestran contenidos de material pasante por tamiz N°200 de aproximadamente 2 % en la calicata C-1 y 6 % en C-2. Estas características favorecen la presencia de vacíos interconectados entre las partículas gruesas y, consecuentemente, una mayor capacidad potencial de infiltración y transmisión de agua respecto de suelos de granulometría fina. Asimismo, los materiales corresponden a depósitos sedimentarios no consolidados asociados a la glaciación de Llanquihue. En consecuencia, las características granulométricas y texturales observadas son consistentes con un suelo de permeabilidad relativamente alta. No obstante, se precisa que el Informe Geotécnico no contempla ensayos específicos de permeabilidad o conductividad hidráulica, por lo que dicha condición corresponde a una inferencia derivada de la naturaleza granular del material y no a una determinación cuantitativa de su conductividad hidráulica.

En consecuencia, el Proyecto no contempla actividades destinadas a modificar los niveles freáticos, y cualquier interacción excepcional con aguas subterráneas durante las excavaciones será gestionada mediante el procedimiento específico establecido para dicha contingencia.

Finalmente, a partir de las medidas señaladas, se aclara que la estrategia de Manejo de Aguas Lluvias en fase de construcción consiste en permitir únicamente la infiltración natural de aguas lluvia no contaminadas, prevenir el arrastre de sedimentos desde los frentes de obra y evitar que aguas que hayan tenido contacto con hidrocarburos, lubricantes, residuos u otros contaminantes alcancen el subsuelo. De esta forma, se resguarda tanto la calidad de las aguas subterráneas como la mantención de sus condiciones naturales de recarga y nivel freático durante la fase de construcción.

**1.2. Se solicita aclarar técnicamente cómo se resguardará la calidad de los cuerpos de agua subterráneos, así como los niveles freáticos de estos, del arrastre de sedimentos o contaminantes por parte de las aguas lluvia y su posterior infiltración durante la fase de construcción que se propone en el Plan de Manejo de Aguas Lluvias.**

**Respuesta:**

Dado que esta observación corresponde a la misma observación anterior, se mantiene la estructura numérica del ICSARA y se indica que esta observación fue respondida en el punto anterior.

**Sobre Uso De Bypass**

**1.3 El titular no justifica técnicamente la frecuencia proyectada del uso del bypass ni los volúmenes estimados a descargar, para así no ser necesario evaluarlo como un impacto permanente y recurrente, considerando que implica la descarga de aguas sin tratamiento a un cauce natural. Se reitera la solicitud de especificar las circunstancias y magnitud del aumento de caudal que justificaría el uso del bypass por aumento de las precipitaciones, para que este evento pueda tratarse como una contingencia:**

**a) Se reitera la solicitud de especificar el umbral de precipitaciones a partir del cual se propone activar el bypass de tormenta, determinando en base a ello una frecuencia estimada de uso.**

**b) De acuerdo a esta información y considerando que el análisis obtenido de la información solicitada en a) se podrá determinar por parte del titular si se trataría de un hecho aislado o una acción recurrente en la operación de la PTAS.**

**c) En caso de que fuese una acción habitual del proyecto y no en caso de una contingencia, el titular deberá indicar las condiciones de operación del bypass e identificar los impactos ambientales asociados a su operación y, en consecuencia, proponer medidas efectivas, enfocadas en la protección de la calidad de las aguas superficiales del río Arena.**

**d) Dado que el titular propone la implementación de estanques de ecualización, se solicita la justificación del cálculo del volumen de cada uno para cada subfase, lo cual permita evaluar su capacidad para minimizar el uso del aliviadero de tormenta al verse sobrepasado su respectivo volumen de almacenamiento.**

**e) Se reitera la necesidad de evaluar el alcance o extensión de la pluma de dispersión generada por la descarga de aguas servidas crudas hacia el cauce natural.**

**Por lo anterior se solicita aclarar la redefinición del área de influencia del proyecto sobre la componente agua, considerando la extensión alcanzada por la descarga de aguas servidas crudas. Al respecto el titular señala que la frecuencia y magnitud del uso del aliviadero de tormenta no está previsto en su redefinición del área de influencia, no obstante, en caso de utilización, sí se descargarán aguas servidas crudas al cauce.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se complementan los antecedentes del funcionamiento del aliviadero de tormenta o bypass considerado en el diseño de la PTAS.

El bypass corresponde a un elemento de seguridad hidráulica que solo se activa cuando concurren simultáneamente dos condiciones:

1. Un caudal afluente superior a la capacidad hidráulica de tratamiento de la PTAS, correspondiente al caudal máximo horario de la subfase en operación.
2. El agotamiento del volumen disponible de los estanques ecualizadores de dicha subfase.

La red de alcantarillado de la concesión es de tipo separado. Conforme a la NCh 1105 Of. 2009, "Ingeniería sanitaria – Alcantarillado de aguas residuales – Diseño y cálculo de redes", el caudal de diseño de los colectores incorpora, además del caudal máximo horario de aguas servidas, un caudal de infiltración cuya magnitud depende de la permeabilidad del suelo, la altura del nivel freático y las condiciones de construcción de las cámaras y uniones domiciliarias.

Para el Proyecto, dicho caudal se estimó en un 18 % del caudal medio de aguas servidas, conforme al antecedente del proyecto PTAS Panitao (RCA N°259/2018) que se detalla más adelante. En la condición de desarrollo completo (Subfase 4), esto equivale a 2,5 L/s, es decir, aproximadamente 218 m³ diarios. Considerando la fracción de ingreso de aguas lluvias a la red que se desarrolla en la letra a) (2 %), este volumen corresponde al aporte de una precipitación de hasta 9,1 mm en 24 horas sobre la superficie de la concesión, valor que coincide con la precipitación media de los días con lluvia registrados en la estación DMC El Tepual (1970–2025) y que no es superado en aproximadamente el 65 % de dichos días.

Como se indicó previamente se utilizó como referencia para la magnitud de dicho caudal de aguas lluvias infiltrado a la red de aguas servidas, se consideró el proyecto "SOLUCIÓN SANITARIA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS PARA LA CONCESIÓN DEL SECTOR PANITAO - ESSSI S.A" (RCA N°259/2018), emplazado en la misma comuna de Puerto Montt. En su evaluación ambiental, el caudal de infiltración fue estimado en un 18 % del caudal medio de aguas servidas, en base a las condiciones del suelo de su área de concesión, valor superior al 15 % utilizado usualmente en el ámbito sanitario. Considerando la cercanía geográfica y la similitud de las condiciones de suelo y régimen pluviométrico, para efectos del presente análisis se adoptó conservadoramente el mismo valor de 18 %.

En consecuencia, bajo condiciones normales de precipitación, el aporte de aguas lluvias a la red queda comprendido dentro del caudal de infiltración considerado en el diseño de la red, sin comprometer la capacidad de tratamiento de la PTAS. Para el cálculo del umbral de activación del bypass, dicho caudal de infiltración se descontó del margen hidráulico disponible de la planta.

A continuación se responde cada una de las observaciones especificas por separado.

**a) Se reitera la solicitud de especificar el umbral de precipitaciones a partir del cual se propone activar el bypass de tormenta, determinando en base a ello una frecuencia estimada de uso.**

El bypass se activa solo cuando el caudal afluente a la PTAS supera la capacidad hidráulica máxima de la planta y, además, se agota el volumen disponible de los estanques ecualizadores de la subfase en operación. Para relacionar esta condición con la precipitación, se determinó el volumen que el sistema es capaz de absorber antes de requerir el uso del bypass. Luego se estimó la precipitación necesaria para generar dicho volumen en la red de recolección.

Para la condición de desarrollo completo (Subfase 4, año de previsión 2057), el caudal afluente en condición normal corresponde a 16,5 L/s, compuesto por 14,0 L/s de caudal medio de aguas servidas y 2,5 L/s de caudal de infiltración (18 %). El margen entre la capacidad hidráulica máxima de la PTAS (41,33 L/s) y dicho caudal afluente equivale a 2.143 m³ en 24 horas, al que se suma un volumen de ecualización de 1.290 m³, totalizando 3.434 m³.

El volumen de aguas lluvias que ingresa a la red se estimó mediante el método del porcentaje del volumen de precipitación (método del valor R; EPA, 2008):

$$V = R \times P \times A$$

donde:

- V es el volumen de aguas lluvias que ingresa a la red (m³);
- R es la fracción de la precipitación que ingresa a la red;
- P es la precipitación (m);
- A es la superficie de la concesión, de 1.264.524 m².

La fracción de ingreso se determinó a partir del mismo antecedente. El caudal de infiltración de 18 % equivale a unos 218 m³ diarios en la Subfase 4. La precipitación media de los días con lluvia (1 mm o más) en la estación DMC El Tepual es de 9,1 mm, según el registro 1970–2025. Por lo tanto, el caudal de infiltración considerado corresponde a una fracción de ingreso implícita de aproximadamente 2 % del volumen precipitado sobre la concesión. Para el cálculo del umbral se adoptó conservadoramente una fracción de ingreso de 3 %, superior a dicho valor.

Este criterio es doblemente conservador. Los aportes asociados a precipitaciones normales quedan considerados tanto en el caudal de infiltración descontado del margen hidráulico como en la fracción de ingreso aplicada al evento.

Con los criterios anteriores, el umbral de precipitación necesario para activar el bypass en la Subfase 4 es de aproximadamente 90,5 mm en 24 horas. El mismo análisis aplicado a las Subfases 1 a 3 entrega umbrales de entre 91 y 101 mm. Esto se debe a que la capacidad hidráulica, el volumen de ecualización y la superficie servida aumentan en forma proporcional en cada subfase.

**Tabla 3. Umbral de precipitación para la activación del bypass por subfase**

| Subfase | Caudal medio (L/s) | Caudal de infiltración, 18 % (L/s) | Volumen de ecualización (m³) | Volumen absorbible en 24 h (m³) | Umbral P24 (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 0,36 | 240 | 546 | 101 |
| 2 | 6 | 1,08 | 590 | 1.509 | 93 |
| 3 | 10 | 1,80 | 940 | 2.471 | 91 |
| 4 | 14 | 2,52 | 1.290 | 3.434 | 90,5 |

Fuente: Elaboración propia en base a la Memoria de Proceso (Anexo 2.1 de la Adenda Complementaria).

En eventos de mayor duración, el umbral aumenta, porque la planta mantiene su capacidad de tratamiento a caudal máximo horario durante todo el evento. En la Subfase 4, el umbral alcanza 147 mm en 48 horas y 203,5 mm en 72 horas.

La frecuencia de ocurrencia de los umbrales se determinó con el registro de precipitaciones diarias de la estación DMC El Tepual Puerto Montt Ap. (código 410005), que comprende 56 años completos de registro (1970–2025). Se ajustó la distribución de Gumbel a las precipitaciones máximas anuales para cada duración, con un buen ajuste según la prueba de Kolmogorov-Smirnov (p = 0,98 para 24 y 48 horas). El resultado se contrastó con el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Puerto Montt (MOP-DOH), cuyo análisis de frecuencia de precipitaciones máximas diarias (Cuadro 7-2) se elaboró con la estadística de la estación Puerto Montt.

**Tabla 4. Umbrales de activación, precipitaciones máximas registradas y período de retorno para el funcionamiento de las 4 subfases en simultaneo.**

| Duración | Umbral (mm) | Máxima registrada, 1970–2025 (mm) | Período de retorno, Gumbel (El Tepual) | Período de retorno, Plan Maestro DOH |
|---|---|---|---|---|
| 24 h | 90,5 | 100,4 (17 de febrero de 1992) | ≈ 53 años | ≈ 40 años |
| 48 h | 147 | 131,4 (1982) | ≈ 205 años | — |
| 72 h | 203,5 | 162,0 (1982) | ≈ 600 años | — |

Fuente: elaboración propia en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile y al Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Puerto Montt (MOP-DOH).

Según lo anterior, el umbral de 24 horas tiene un período de retorno de entre 40 y 53 años, lo que equivale a una probabilidad anual de ocurrencia de entre 1,9 % y 2,5 %. En los 56 años de registro, este umbral fue superado en dos ocasiones: 94,5 mm en mayo de 1982 y 100,4 mm en febrero de 1992. Los umbrales de 48 y 72 horas no han sido alcanzados en el registro histórico.

Por su parte, las precipitaciones invernales habituales de la comuna son absorbidas por el sistema. Por ejemplo, un evento de 20 mm diarios, que en la serie se presenta en promedio unas 17 veces al año, genera un aporte de aproximadamente 760 m³ con la fracción de ingreso adoptada. Ese aporte equivale a cerca de un 22 % de la capacidad de absorción del sistema.

El análisis considera además los siguientes supuestos:

- Estanques ecualizadores vacíos al inicio del evento, que es su condición normal de operación.
- Concentración de la precipitación en el período analizado.
- Ingreso del volumen de lluvia a la red en forma simultánea con el evento.

De acuerdo con el análisis presentado, el uso del bypass requiere una precipitación de al menos 90,5 mm en 24 horas en la condición de desarrollo completo del Proyecto, y de entre 91 y 101 mm en las Subfases 1 a 3. Este umbral tiene un período de retorno de entre 40 y 53 años, lo que equivale a una probabilidad anual de ocurrencia inferior a 2,5 %. Es decir, en cualquier año de operación, la probabilidad de que se presente una condición que requiera el uso del bypass es inferior a 1 en 40.

La precipitación diaria necesaria para activar el bypass supera en casi diez veces la precipitación media de los días con lluvia de la comuna (9,1 mm), y es mayor que la registrada en el 99,98 % de los días con lluvia del período 1970–2025. Los umbrales para eventos de 48 y 72 horas no han sido alcanzados en 56 años de registro.

En consecuencia, se acredita que el uso del bypass no forma parte de la operación normal de la PTAS ni se asocia a las precipitaciones habituales de la comuna, sino que corresponde a una situación de contingencia, asociada exclusivamente a eventos de precipitación extrema de baja probabilidad de ocurrencia.

**b) De acuerdo a esta información y considerando que el análisis obtenido de la información solicitada en a) se podrá determinar por parte del titular si se trataría de un hecho aislado o una acción recurrente en la operación de la PTAS.**

De acuerdo con el análisis de la letra a), en la condición de desarrollo completo del Proyecto (Subfase 4), la activación del bypass requiere una precipitación de aproximadamente 90,5 mm en 24 horas. Este umbral tiene un período de retorno de entre 40 y 53 años, lo que equivale a una probabilidad anual de ocurrencia inferior a 2,5 %. En los 56 años de registro de la estación El Tepual (1970–2025), fue superado solo en dos ocasiones, en ambos casos sin superar los umbrales de 48 horas (147 mm)

y 72 horas (203,5 mm), que no han sido alcanzados en el registro histórico. En las Subfases 1 a 3, el umbral es igual o superior (entre 91 y 101 mm), por lo que su frecuencia es igual o menor.

La PTAS ha sido dimensionada modularmente para atender el crecimiento de la población servida. Su caudal medio parte en 2,0 L/s en la Subfase 1 y alcanza 14,0 L/s al término del período de previsión, mediante ampliaciones sucesivas de su capacidad de tratamiento y de ecualización. Así, el margen frente al uso del bypass se mantiene en todas las subfases del Proyecto.

Por otra parte, el Servicio de Evaluación Ambiental, mediante el Of. Ord. D.E. N°180972, de 5 de julio de 2018, que "Imparte instrucciones en relación al concepto de 'impacto ambiental' y 'riesgo' en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental", distingue ambos conceptos según su naturaleza jurídica:

- El impacto ambiental requiere una relación de causalidad entre la alteración del medio ambiente y la ejecución del proyecto, en las condiciones de funcionamiento declaradas por su proponente. Se aborda mediante medidas de mitigación, reparación o compensación, o mediante compromisos ambientales voluntarios.
- El riesgo, en cambio, se relaciona con eventos o contingencias que no son necesariamente una consecuencia de la ejecución del proyecto. Comprende tanto las situaciones de operación o funcionamiento anómalo de un proyecto (riesgos antrópicos) como las derivadas de fenómenos naturales que pueden afectar su normal funcionamiento (riesgos naturales). Según el mismo instructivo, estas situaciones no corresponden a un efecto esperado del proyecto, ya que no forman parte de su funcionamiento normal, y se abordan mediante el Plan de Prevención de Contingencias y el Plan de Emergencias de los artículos 102 a 104 del RSEIA.

Conforme a dicho criterio, el uso del bypass corresponde a una situación de riesgo o contingencia y no a un impacto ambiental del Proyecto, por las siguientes razones:

1. **No forma parte del funcionamiento normal de la PTAS.** La planta está diseñada para tratar la totalidad del caudal afluente en todas sus subfases, incluidas las precipitaciones habituales de la comuna. El uso del bypass no es necesario para que la PTAS opere dentro de su capacidad de diseño.
2. **Su activación obedece a un fenómeno natural extremo.** El bypass solo se activa ante precipitaciones con un período de retorno de entre 40 y 53 años, que superan en casi diez veces la precipitación media de los días con lluvia de la comuna y que, en el registro 1970–2025, solo fueron superadas en 2 de 9.663 días con lluvia.

3. **Su objetivo es proteger la PTAS.** El bypass es un elemento de seguridad hidráulica que evita el rebalse de las unidades de tratamiento y la afectación de su funcionamiento ante dicho evento extraordinario.

En consecuencia, el uso del bypass corresponde a un hecho aislado, asociado a eventos de precipitación extrema de baja probabilidad, y no a una acción recurrente en la operación de la PTAS. Conforme al instructivo citado, se aborda mediante el Plan de Prevención de Contingencias y el Plan de Emergencias del riesgo "Caudal de ingreso superior al caudal de diseño de la PTAS" presentado a continuación. Dicho Plan contiene las acciones para prevenir el evento y reducir su probabilidad de ocurrencia, así como el mecanismo de reacción para controlar la emergencia y minimizar sus efectos, en los términos de los artículos 103 y 104 del RSEIA.

Para verificar durante la operación que el uso del bypass se mantiene como una situación excepcional, el Titular considera las siguientes acciones:

- **Registro de cada activación.** Se registrará al menos la fecha y hora de inicio y término, la duración, el caudal derivado, el volumen total evacuado y los antecedentes disponibles sobre la causa del aumento de caudal, incluida la precipitación registrada en la estación El Tepual. El caudal evacuado se medirá mediante la canaleta Parshall y el sensor ultrasónico dispuestos específicamente para esta conducción.
- **Reporte a la Superintendencia de Servicios Sanitarios.** Toda utilización del bypass será informada a la SISS mediante el protocolo PR023 "Variables Operacionales PTAS", que se reporta mensualmente, además del aviso inmediato a dicho organismo establecido en el Plan de Emergencias.
- **Reporte a la Superintendencia del Medio Ambiente.** Cada activación será comunicada a la SMA a través del Sistema de Seguimiento Ambiental, con el contenido señalado en el Plan de Emergencias.

Estos registros permitirán acreditar ante la autoridad la frecuencia efectiva de uso del bypass durante la operación del Proyecto y verificar que se mantiene la condición de contingencia acreditada en la presente evaluación.

**c) En caso de que fuese una acción habitual del proyecto y no en caso de una contingencia, el titular deberá indicar las condiciones de operación del bypass e identificar los impactos ambientales asociados a su operación y, en consecuencia, proponer medidas efectivas, enfocadas en la protección de la calidad de las aguas superficiales del río Arena.**

Atendido que el bypass no corresponde a una acción habitual del Proyecto, no resulta aplicable evaluarlo como una descarga permanente o recurrente de la PTAS. Sin perjuicio de ello, se identifican a continuación sus condiciones de operación, sus potenciales efectos y las medidas para su prevención y control.

Las medidas para evitar el uso del bypass corresponden al margen de capacidad hidráulica de la PTAS y al volumen de los estanques ecualizadores, que permiten absorber precipitaciones de hasta 90,5 mm en 24 horas . Respecto de sus potenciales efectos, el caudal derivado corresponde a agua servida pretratada, altamente diluida por las aguas lluvias, que se incorpora a un cauce en condición de crecida, por lo que su principal efecto es un aumento transitorio de parámetros microbiológicos en el Río Arenas, de duración acotada al evento.

En primer término, el caudal derivado por el bypass no corresponde a una corriente sometida al tratamiento biológico, terciario ni a la desinfección de la PTAS, pero sí atravesará el pretratamiento destinado a remover sólidos antes de incorporarse al sistema de descarga. Asimismo, el caudal será medido mediante una canaleta Parshall independiente antes de incorporarse al trazado de descarga hacia el río Arenas. La secuencia de control será, por tanto:

1) Aumento extraordinario del caudal afluente.
2) Utilización de capacidad disponible de ecualización.
3) Agotamiento de dicha capacidad.
4) Activación excepcional del bypass.
5) Pretratamiento.
6) Medición de caudal.
7) Descarga controlada por el trazado existente.

Asimismo, conforme a la actualización del Plan de Contingencias y Emergencias, una eventual activación dará lugar al registro del evento, comunicación a las autoridades correspondientes y aplicación de las medidas establecidas para el riesgo "Caudal de ingreso superior al caudal de diseño de la PTAS", la cual se presenta a continuación.

**Tabla 5. Plan de Contingencias y emergencias - Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS**

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| Fase del proyecto a la queaplica | Operación. |
| Emplazamiento, parte,obra o acción asociada | Todas las partes, obras y acciones del proyecto |
| Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia | La PTAS contará con sistemas de ecualización destinados a amortiguar variaciones temporales del caudal de ingreso. El Operador y/o Supervisor controlará regularmente el caudal afluente, el nivel de los estanques ecualizadores, la concentración de biomasa en el reactor y las líneas de recirculación. Asimismo, se procederá de acuerdo con el procedimiento de control y uso del bypass establecido para la PTAS. El bypass constituye una medida excepcional y será utilizado únicamente cuando las medidas operacionales y la capacidad disponible de ecualización no permitan manejar el caudal afluente. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>Se mantendrá registro de los caudales de ingreso y de los principales parámetros operacionales asociados al funcionamiento de la PTAS.<br><br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>En caso de detectarse un incremento anormal del caudal, el Operador y/o Supervisor verificará la capacidad disponible de los estanques ecualizadores y la respuesta de las unidades de tratamiento.<br>En caso de activación del bypass, se registrará al menos la fecha y hora de inicio, duración del evento, caudal involucrado, causa probable y medidas adoptadas |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Cuando el caudal de ingreso supere la capacidad máxima de diseño hidráulico y no sea posible controlar el evento mediante la capacidad de ecualización y las medidas operacionales disponibles, se procederá conforme al procedimiento de uso del bypass. Se informará inmediatamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios sobre su utilización. Paralelamente, se activará el protocolo de comunicación de riesgo contenido en el Plan Comunicacional del Proyecto, informando oportunamente a los vecinos, familias, usuarios y organizaciones comunitarias identificados en el Catastro de Usos del río Arenas ubicados aguas abajo del punto de descarga. La comunicación indicará la ocurrencia del evento y solicitará, de manera preventiva, suspender temporalmente la captación, contacto directo y demás usos del agua del río mientras se mantenga la situación de emergencia. Esta comunicación considerará especialmente a aquellas viviendas o familias que no cuenten con APR y a quienes pudiesen recurrir al río durante interrupciones del abastecimiento, períodos de estiaje o situaciones de escasez hídrica. Una vez controlada la emergencia, se comunicará el término de la condición de contingencia por los mismos canales utilizados para la alerta. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan | La activación de las acciones de emergencia será comunicada a la Superintendencia del Medio Ambiente de acuerdo con a lo instruido en el Oficio SISS N°384/2018, que instruye sobre aliviaderos de emergencia. A su vez se informará al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, cuando corresponda, mediante un reporte que contenga fecha, lugar, descripción del evento, medidas adoptadas y registros asociados, el que será ingresado mediante el sistema correspondiente de la SMA. Sin perjuicio de lo anterior, la activación del protocolo comunitario se realizará tan pronto como se |

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| | constate una condición que pueda comprometer la calidad normal de la descarga o implique la utilización del bypass. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria

En concordancia con las medidas comprometidas, cuando el evento pueda comprometer temporalmente la calidad del cuerpo receptor, se activará además el protocolo de comunicación de riesgo dirigido a los usuarios identificados aguas abajo del punto de descarga.

**d) Dado que el titular propone la implementación de estanques de ecualización, se solicita la justificación del cálculo del volumen de cada uno para cada subfase, lo cual permita evaluar su capacidad para minimizar el uso del aliviadero de tormenta al verse sobrepasado su respectivo volumen de almacenamiento.**

Se acoge lo solicitado y se complementa la justificación de la capacidad de ecualización prevista para cada subfase. El criterio considerado en el diseño corresponde a disponer de un volumen de almacenamiento equivalente, al menos, a aproximadamente 24 horas del caudal medio de diseño acumulado de la PTAS para la respectiva subfase, otorgando así capacidad para amortiguar aumentos temporales de caudal y contingencias operacionales antes de recurrir al bypass. Considerando la implementación modular del Proyecto, se obtiene lo siguiente.

**Tabla 6. Capacidad de acumulación de estanques ecualizadores.**

| Subfase en operación | Caudal medio acumulado | Volumen equivalente a 24 h | Capacidad acumulada de ecualización disponible | Equivalencia aproximada |
|---|---|---|---|---|
| Subfase 1 | 2 L/s | 172,8 m³ | 240 m³ | 33,3 h |
| Subfase 2 | 6 L/s | 518,4 m³ | 590 m³ | 27,3 h |
| Subfase 3 | 10 L/s | 864,0 m³ | 940 m³ | 26,1 h |
| Subfase 4 | 14 L/s | 1.209,6 m³ | 1.290 m³ | 25,6 h |

Fuente: Elaboración propia en base a memoria de procesos, anexo 2.1 de la Adenda complementaria.

Para la Subfase 1 se contemplan dos estanques de 120 m³ cada uno, mientras que las Subfases 2, 3 y 4 incorporan progresivamente un estanque adicional de 350 m³ cada una. Estas capacidades se encuentran establecidas en la Memoria de Proceso presentes en el anexo 2.1 de la Adenda complementaria.

De este modo, en todas las subfases del desarrollo del Proyecto la capacidad acumulada de ecualización resulta superior al volumen correspondiente a 24 horas del caudal medio de diseño de la respectiva subfase.

Lo anterior permite demostrar que la función de estos estanques no es anteceder automáticamente a una descarga por bypass cada vez que se produce una precipitación, sino entregar un margen de regulación significativo para absorber fluctuaciones y así evitar alcanzar una condición de rebalse de los ecualizadores.

La activación del bypass se produciría, por tanto, únicamente frente a un ingreso extraordinario que, además de superar temporalmente la capacidad hidráulica de tratamiento de la planta, persista hasta consumir el volumen disponible de ecualización.

**e) Se reitera la necesidad de evaluar el alcance o extensión de la pluma de dispersión generada por la descarga de aguas servidas crudas hacia el cauce natural.**

El Área de Influencia de la componente agua superficial se define en función de los efectos atribuibles al régimen de descarga del Proyecto. Según la Modelación de Cauce Receptor (Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria), el efluente tratado se descarga en forma continua durante toda la fase de operación y la calidad del agua del Río Arenas recupera sus valores históricos de línea de base a aproximadamente 2.040 m aguas abajo del punto de descarga, en el escenario más desfavorable evaluado, estiaje con cambio climático y descarga a caudal máximo horario.

El uso del bypass, en cambio, no forma parte de dicho régimen de descarga. Conforme a lo acreditado en la respuesta a las letras a) y b) de la presente observación, corresponde a un hecho aislado que requiere una precipitación de al menos 90,5 mm en 24 horas, con un período de retorno de entre 40 y 53 años y una probabilidad anual de ocurrencia inferior a 2,5 %. Para un evento de esta naturaleza, no es posible definir una condición de borde representativa sobre la cual delimitar un área de influencia. El caudal, la duración y la calidad de una eventual descarga por bypass dependen de las características particulares de cada evento: la intensidad y duración de la precipitación, el estado de la red de recolección y la condición hidrológica del cauce en ese momento. Delimitar un área de influencia a partir de un escenario hipotético de este tipo no representaría los efectos previsibles del Proyecto. Por ello, se mantiene el Área de Influencia de la componente agua superficial definida para el régimen permanente de descarga.

Sin perjuicio de lo anterior, las condiciones bajo las cuales se produciría un eventual uso del bypass limitan su efecto sobre el cuerpo receptor, por las siguientes razones:

1. **Dilución del caudal derivado.** Para dimensionar el efecto se consideró un escenario de contingencia más desfavorable, correspondiente a una precipitación de 97,9 mm en 24 horas (período de retorno de 100 años según la serie de El Tepual) y una fracción de ingreso de aguas lluvias a la red de 5 %, superior a la de diseño. En este escenario, el volumen que excede la capacidad de absorción del sistema alcanza aproximadamente 2.760 m³, equivalente a un caudal medio de bypass de 32 L/s durante 24 horas. Con la fracción de ingreso de diseño (3 %), dicho volumen sería de aproximadamente 280 m³ (3,2 L/s). Dado que el bypass solo se activa ante precipitaciones extremas, el caudal derivado corresponde a agua servida pretratada y altamente diluida por las aguas lluvias que ingresan a la red; en el escenario descrito, el agua servida representa aproximadamente un 16 % del caudal derivado. Además, durante todo el evento la PTAS continúa tratando el caudal correspondiente a su capacidad hidráulica máxima, por lo que solo se deriva el excedente.

2. **Dilución en el Río Arenas.** Un evento de precipitación extrema coincide con una crecida del Río Arenas, cuyo caudal favorece la dilución de los contaminantes. Aun considerando conservadoramente el caudal medio invernal con cambio climático (0,231 m³/s), sin incorporar el aumento de caudal que el propio evento genera en el cauce, la relación de dilución alcanza aproximadamente 7:1 en el escenario de contingencia más desfavorable (32 L/s de bypass) y aproximadamente 70:1 con la fracción de ingreso de diseño (3,2 L/s de bypass). Durante una precipitación del orden de 90 mm diarios, el caudal del río es sustancialmente superior a su caudal medio invernal, por lo que la dilución efectiva es mayor.

3. **Condición natural del cauce en crecida.** Durante eventos de precipitación intensa, el Río Arenas transporta naturalmente altas cargas de sedimentos en suspensión, materia orgánica y otros compuestos arrastrados desde su cuenca por la escorrentía superficial. En estas condiciones, el aporte del caudal derivado por el bypass se incorpora a un cauce cuya calidad ya se encuentra alterada naturalmente por la crecida, con una incidencia relativa menor sobre los parámetros asociados a sólidos y materia orgánica.

4. **Duración acotada.** El eventual efecto se restringe a la duración del evento extraordinario y cesa una vez que el caudal afluente vuelve a ser inferior a la capacidad de tratamiento de la PTAS. El cauce recupera entonces la condición del régimen permanente de descarga evaluado.

En consecuencia, el eventual uso del bypass no corresponde a una condición que deba incorporarse en la definición del Área de Influencia. Se gestiona como una contingencia mediante el Plan de

Contingencias y Emergencias, que considera la comunicación del riesgo y la suspensión preventiva de usos del agua a los usuarios ubicados aguas abajo del punto de descarga.

**Tabla 7. Plan de Contingencias y emergencias - Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS**

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| Fase del proyecto a la queaplica | Operación. |
| Emplazamiento, parte,obra o acción asociada | Todas las partes, obras y acciones del proyecto |
| Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia | La PTAS contará con sistemas de ecualización destinados a amortiguar variaciones temporales del caudal de ingreso. El Operador y/o Supervisor controlará regularmente el caudal afluente, el nivel de los estanques ecualizadores, la concentración de biomasa en el reactor y las líneas de recirculación. Asimismo, se procederá de acuerdo con el procedimiento de control y uso del bypass establecido para la PTAS. El bypass constituye una medida excepcional y será utilizado únicamente cuando las medidas operacionales y la capacidad disponible de ecualización no permitan manejar el caudal afluente. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>Se mantendrá registro de los caudales de ingreso y de los principales parámetros operacionales asociados al funcionamiento de la PTAS.<br><br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>En caso de detectarse un incremento anormal del caudal, el Operador y/o Supervisor verificará la capacidad disponible de los estanques ecualizadores y la respuesta de las unidades de tratamiento.<br>En caso de activación del bypass, se registrará al menos la fecha y hora de inicio, duración del evento, caudal involucrado, causa probable y medidas adoptadas |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Cuando el caudal de ingreso supere la capacidad máxima de diseño hidráulico y no sea posible controlar el evento mediante la capacidad de ecualización y las medidas operacionales disponibles, se procederá conforme al procedimiento de uso del bypass. Se informará inmediatamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios sobre su utilización. Paralelamente, se activará el protocolo de comunicación de riesgo contenido en el Plan Comunicacional del Proyecto, informando oportunamente a los vecinos, familias, usuarios y organizaciones comunitarias identificados en el Catastro de Usos del río Arenas ubicados aguas abajo del punto de descarga. La comunicación indicará la ocurrencia del evento y solicitará, de manera preventiva, suspender temporalmente la captación, contacto directo y demás usos del agua del río mientras se mantenga la situación de emergencia. Esta comunicación considerará especialmente a aquellas viviendas o familias que no cuenten con APR y a quienes pudiesen recurrir al río durante interrupciones del abastecimiento, períodos de estiaje o situaciones de escasez hídrica. Una vez controlada la emergencia, se comunicará el término de la condición de contingencia por los mismos canales utilizados para la alerta. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan | La activación de las acciones de emergencia será comunicada a la Superintendencia del Medio Ambiente de acuerdo con a lo instruido en el Oficio SISS N°384/2018, que instruye sobre aliviaderos de emergencia. A su vez se informará al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, cuando corresponda, mediante un reporte que contenga |

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| | fecha, lugar, descripción del evento, medidas adoptadas y registros asociados, el que será ingresado mediante el sistema correspondiente de la SMA. Sin perjuicio de lo anterior, la activación del protocolo comunitario se realizará tan pronto como se constate una condición que pueda comprometer la calidad normal de la descarga o implique la utilización del bypass. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria

**Sobre Emisiones Odorantes**

**1.4. Respecto de la respuesta de la letra d) del punto 4.6.1 de la Adenda, si bien en la figura 41. Diagrama de procesos, se presenta el respectivo diagrama del proyecto, este no incorpora una leyenda o alguna indicación en la que se distingan las fuentes emisoras de olor.**

**De acuerdo a la solicitud de estandarizar los nombres de las fuentes en la observación c) del mismo punto, se observa que en dicho diagrama no se presentan los mismos nombres de las fuentes que aparecen en el Anexo 4.6.1, impidiendo verificar cuál fuente corresponde por ejemplo al Contenedor de lodos (ampliroll) o a los filtros de carbono del galpón de deshidratación.**

**Por lo anterior, se solicita rectificar la información presente en el esquema.**

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado y se rectifica el diagrama de proceso presentado previamente en la Figura 41 de la Adenda, incorporando una leyenda y simbología específica que permite distinguir claramente aquellas unidades del proceso que corresponden a fuentes emisoras de olor consideradas en la evaluación y modelación odorante del Proyecto.

Asimismo, se estandariza la nomenclatura utilizada en el esquema, de manera que los nombres de las unidades identificadas como fuentes emisoras sean coincidentes con aquellos utilizados en el informe de modelación odorante presente en el Anexo 4.6.1 de la Adenda, evitando diferencias entre la descripción del proceso, el diagrama y el inventario de fuentes utilizado para la modelación.

En este sentido, el esquema actualizado identifica expresamente como fuentes emisoras de olor las siguientes unidades:

- Estanque Ecualizador 1.
- Estanque Ecualizador 2.
- Estanque Ecualizador 3.
- Estanque Ecualizador 4.
- Reactor anóxico 1.
- Reactor aeróbico 1.
- Reactor anóxico 2.
- Reactor aeróbico 2.
- Reactor anóxico 3.
- Reactor aeróbico 3.
- Reactor anóxico 4.
- Reactor aeróbico 4.
- Sedimentador Secundario 1.
- Sedimentador Secundario 2.
- Sedimentador Secundario 3.
- Sedimentador Secundario 4.
- Cámara de distribución.
- Espesador de lodos 1.
- Espesador de lodos 2.
- Espesador de lodos 3.
- Espesador de lodos 4.
- Filtro de carbón activado en Galpón de deshidratado.
- Contenedor de lodos (ampliroll).

Esta identificación corresponde a las fuentes odorantes previamente incorporadas en el inventario de emisiones de la Adenda, donde se individualizaron las unidades asociadas a ecualización, tratamiento biológico, sedimentación, distribución, espesamiento de lodos, deshidratación y almacenamiento de lodos.

A continuación se presenta la figura actualizada, donde se incorporan las unidades emisoras de odorantes indicadas en el informe de odorantes.

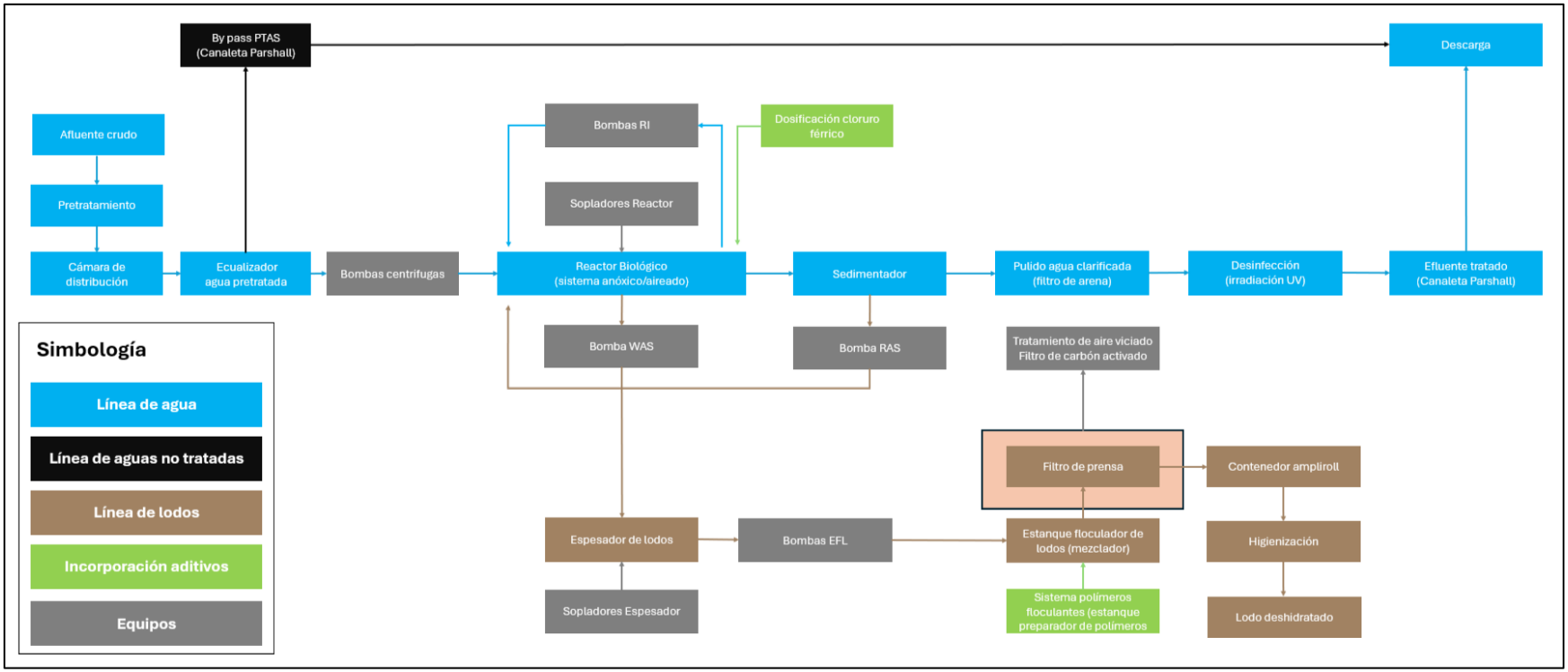



**Figura 1. Diagrama de Proceso.**

Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis.

A su vez, en la figura a continuación se destacan las unidades generación de olores.

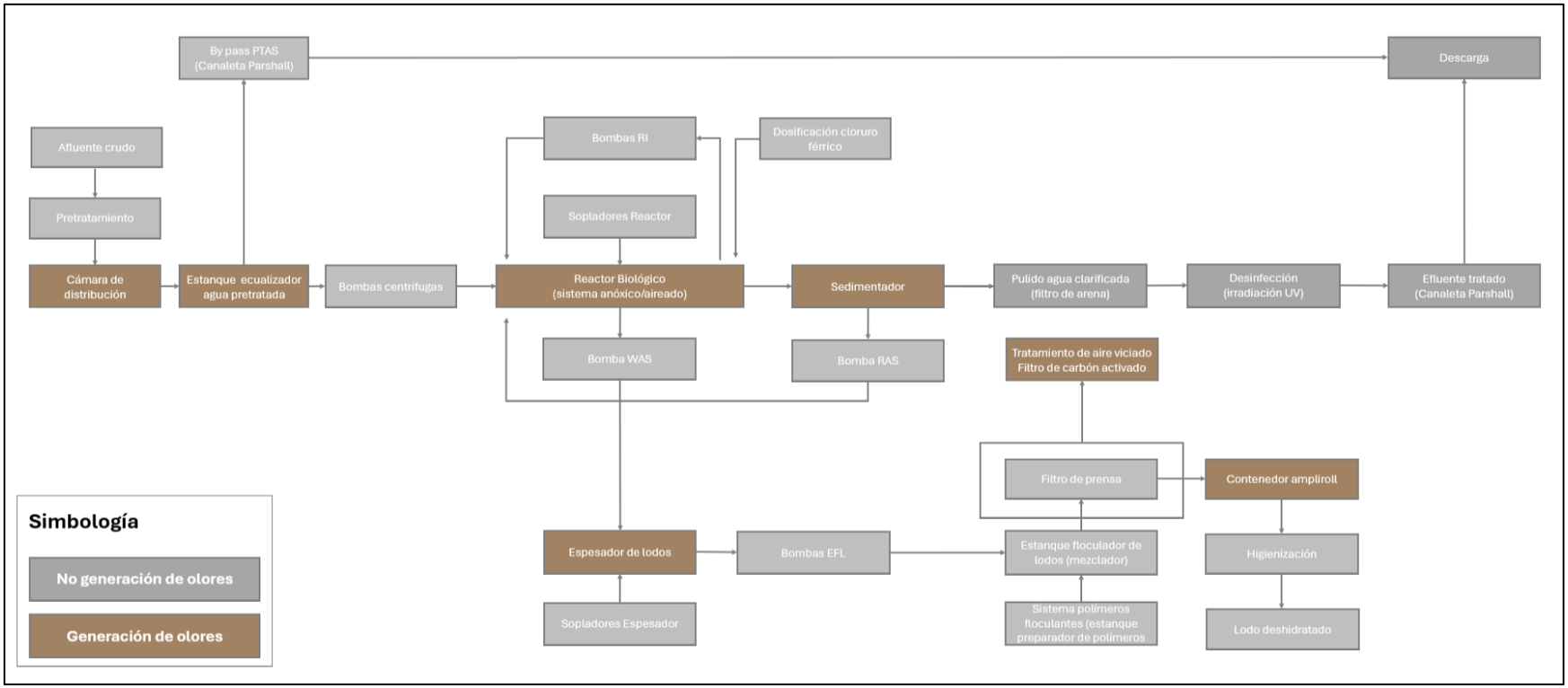



**Figura 2. Diagrama de Proceso donde se indican las unidades que generan olores.**

Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis.

Con lo anterior, se mantiene consistencia entre el diagrama de proceso, la identificación de las fuentes emisoras y la modelación de olores presentada para el Proyecto.

**1.5 Respecto de la respuesta entregada en el punto 4.6.7 de la Adenda, no se cumple con lo solicitado. El Titular propone solo un Programa de Inspección y Mantención del Filtro (revisión de estado, mantención, registro de recambios, reclamos), pero no indica cómo se medirá realmente el porcentaje de abatimiento.**

**Se sugiere medición de la Eficiencia de Reducción de Olor (ERO), tomando muestras de olor a la entrada y salida del filtro de carbón activado, con el fin de calcular la eficiencia real de abatimiento y compararla con el 90% asumido en la modelación. Esta medición debe aplicarse en la frecuencia ya propuesta por el Titular (inicio de cada subfase, anual, y ante recambios o reclamos) e incorporarla en el Plan de Gestión de Olores (PGO).**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y se complementa el Plan de Gestión de Olores (PGO) incorporando una metodología específica para verificar durante la fase de operación la eficiencia real de reducción de olor del sistema de abatimiento mediante filtro de carbón activado asociado al Galpón de Deshidratado de Lodos, este galpón se encuentra cerrado y se apertura mediante corredores industriales.

Cabe señalar que, para efectos de la modelación de emisiones odorantes, el Proyecto consideró conservadoramente una eficiencia de abatimiento de 90%, aun cuando los antecedentes técnicos del equipo indican una eficiencia nominal de hasta 99%.

El PGO presente en el anexo 2.2 de la Adenda complementaria contempla un Programa de Seguimiento y Control, mediante la realización de mediciones de olor durante la operación, utilizando toma de muestras y posterior determinación de las concentraciones de olor mediante olfatometría, cuyos resultados permiten obtener tasas de emisión y contrastar las emisiones reales con aquellas utilizadas en la evaluación ambiental.

No obstante, acogiendo específicamente lo solicitado por la autoridad, dicho programa será complementado con la medición directa de la eficiencia del filtro de carbón activado, mediante la toma de muestras de olor en los siguientes puntos.

**Tabla 8. Puntos de control de olores de los filtros de carbón.**

| Punto de control | Descripción |
|---|---|
| **Punto ERO-1: Entrada al filtro** | Corriente de aire proveniente del Galpón de Deshidratado de Lodos, inmediatamente antes de ingresar al sistema de carbón activado. |
| **Punto ERO-2: Salida del filtro** | Descarga de aire tratado del filtro de carbón activado. |

Fuente: Plan de gestión de olores, anexo 2.2 de la Adenda complementaria.

Las muestras de entrada y salida serán obtenidas bajo una misma condición operacional representativa, procurando que la medición corresponda a períodos en que el sistema de deshidratación y extracción de aire se encuentren funcionando normalmente. Las muestras serán sometidas a determinación de concentración de olor mediante la metodología de olfatometría contemplada en el PGO.

Para determinar la eficiencia de abatimiento se compararán las emisiones odorantes existentes antes y después del filtro. La Eficiencia de Reducción de Olor (ERO) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$ERO(\%) = (1 - \frac{TEOsalida}{TEOentrada})x100$$

donde:

**TEOentrada:** corresponde a la tasa de emisión de olor de la corriente de aire que ingresa al filtro.
**TEOsalida:** corresponde a la suma de las tasas de emisión de olor de las dos salidas del filtro.

Para estos efectos, las tasas de emisión se determinarán a partir de la concentración de olor obtenida mediante olfatometría y del caudal de aire correspondiente a cada corriente. De esta manera, la evaluación considerará las dos salidas existentes y no únicamente la concentración registrada en una de ellas. El resultado obtenido será comparado con la eficiencia de abatimiento de 90% utilizada en la modelación ambiental.

La frecuencia de verificación de la ERO se realizará conforme a la siguiente frecuencia.

**Tabla 9. Verificación de Eficiencia de Reducción de Olor (ERO)**

| Oportunidad | Verificación |
|---|---|
| **Inicio de operación de cada subfase** | Se efectuará una medición una vez estabilizada la condición operacional de la respectiva subfase. En coherencia con el PGO, esta medición se realizará aproximadamente a los 2 meses de iniciada la operación de cada subfase, evitando efectuarla durante el período inicial de marcha blanca. |
| **Mantención mayor o modificación del sistema de abatimiento** | En cuanto a la Mantención mayor que corresponderá a recambio del medio filtrante o modificación del sistema de extracción/filtración. Posterior a esta mantención se realizará una nueva medición para comprobar su desempeño posterior a la intervención. |
| **Reclamo fundado asociado a olor proveniente del Galpón de Deshidratado** | Se realizará una verificación extraordinaria de la eficiencia del sistema, en conjunto con las acciones establecidas en el PGO para investigar eventos de olor. |

Fuente: Plan de gestión de olores, anexo 2.2 de la Adenda complementaria.

La realización de mediciones aproximadamente a los dos meses de la entrada en operación de cada subfase es consistente con el cronograma actualmente contenido en el PGO, cuyo propósito es efectuar el monitoreo bajo condiciones de operación real y no durante la marcha blanca.

A continuación se presenta el cronograma con respecto a este monitoreo de olores indicado en el Plan de gestión de olores, presente en el anexo 2.2 de la Adenda complementaria.

**Tabla 10. Cronograma actividades asociadas a monitoreos de olores para cada subfase.**

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Construcción subfase | | | | | | | | | | | | |
| Muestreo estático por Olfatometría (NCh 3386:2015) | | | | | | | | | | | | |
| Determinación de la concentración de Olor por Olfatometría Dinámica (NCh 3191:2010) | | | | | | | | | | | | |
| Muestreo de olores en la entrada y salida de los filtros de carbón, y determinación de Eficiencia de Reducción de Olor (ERO) | | | | | | | | | | | | |
| Modelación de olores | | | | | | | | | | | | |
| Entrega de informes de olores a la autoridad | | | | | | | | | | | | |
| Implementar medidas en caso de superar los valores determinados teóricamente | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido se realizarán 5 monitoreos en los siguientes grados de avance de la construcción de la planta 25%, 50%, 75% y 100% y 100%, correspondiente al año subsiguiente a la operación total. Lo anterior se presenta en la tabla a continuación.

**Tabla 11. Cronograma general de monitoreos de olores**

| Año de funcionamiento de la planta | Año de subfase constructiva | % de avance de funcionamiento de la planta | Aplicabilidad de monitoreo |
|---|---|---|---|
| Año 1 | Subfase 1 | 0% | Aplica |
| Año 2 | | 25% | No aplica |
| Año 3 | | 25% | No aplica |
| Año 4 | | 25% | No aplica |
| Año 5 | Subfase 2 | 25% | Aplica |
| Año 6 | | 50% | No aplica |
| Año 7 | | 50% | No aplica |
| Año 8 | | 50% | No aplica |
| Año 9 | | 50% | No aplica |
| Año 10 | | 50% | No aplica |
| Año 11 | | 50% | No aplica |
| Año 12 | Subfase 3 | 50% | Aplica |
| Año 13 | | 75% | No aplica |
| Año 14 | | 75% | No aplica |
| Año 15 | | 75% | No aplica |
| Año 16 | | 75% | No aplica |
| Año 17 | | 75% | No aplica |
| Año 18 | | 75% | No aplica |
| Año 19 | Subfase 4 | 75% | Aplica |
| Año 20 | | 100% | No aplica |
| Año 21 | | 100% | Aplica |
| Año 22 | | 100% | No aplica |

Fuente: Elaboración propia.

Criterio de evaluación y acciones correctivas

Se considerará como referencia de desempeño del sistema una ERO igual o superior al 90%, correspondiente al porcentaje de abatimiento utilizado en la modelación.

En caso de obtenerse una ERO inferior a dicho valor, el resultado no implicará por sí solo una falla ambiental, sino que activará una revisión operacional del sistema, considerando el estado y eventual saturación del carbón activado, condiciones de extracción y conducción del aire, hermeticidad del sistema y demás factores que puedan explicar la disminución de eficiencia.

De corresponder, se procederá a la regeneración o reemplazo del medio filtrante, mantención o reparación del sistema, efectuándose posteriormente una nueva medición de entrada y salida para verificar la recuperación de su desempeño.

Si los resultados evidenciaran una disminución persistente de la eficiencia respecto del 90% considerado en la modelación, se procederá con el recambio de los filtros de carbón o de otros componentes que puedan estar desencadenando un desempeño menor y posteriormente se repetirá la medición.

Los resultados de cada campaña quedarán registrados mediante un informe que incluirá, al menos, condiciones de operación del sistema, puntos de muestreo, concentración de olor de entrada y salidas, caudales de aire considerados, tasas de emisión calculadas, ERO obtenida, comparación con el 90% de referencia y, cuando corresponda, medidas correctivas adoptadas y resultados de su verificación.

De esta forma, el seguimiento propuesto permite verificar cuantitativamente durante la operación el porcentaje efectivo de reducción de olor del filtro de carbón activado, complementando el programa de inspección y mantención previamente presentado y permitiendo contrastar directamente el desempeño real del sistema con el supuesto de abatimiento utilizado en la modelación.

**1.6 En relación al punto 4.6.8 de la Adenda, se reitera la observación acerca de las medidas para el transporte de residuos. El Titular señala que las medidas de transporte de residuos (lodos estabilizados y deshidratados) se encuentran incluidas en el Plan de Gestión de Olores, disponible en el Anexo 2.2 de la Adenda. Sin embargo, revisado dicho documento, específicamente su punto 3.5.1 Manejo de Residuos, no se encuentran incorporadas las medidas señaladas en la respuesta (uso de contenedores tipo ampliroll cerrados/cubiertos durante el transporte, frecuencia de retiro, verificación de cierre, protocolo ante derrames, carga confinada en vehículos y registro de retiros).**

**Se solicita incorporar formalmente estas medidas en el PGO actualizado.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y en atención a lo solicitado, se actualiza el Plan de Gestión de Olores (PGO), incorporando formalmente en su numeral 3.5.1 "Manejo de residuos" las medidas destinadas a prevenir y controlar la generación y dispersión de olores durante el almacenamiento temporal, retiro y transporte externo de los lodos estabilizados, deshidratados e higienizados, los cuales son generados durante la operación de la PTAS.

Se establecieron medidas específicas para el transporte de dichos residuos, las cuales están incorporadas en la versión actualizada del PGO en el Anexo 2.2 de la Adenda complementaria. En este sentido en el numeral 3.5.1 del PGO se detallan las condiciones específicas establecidas para el manejo de los lodos. Por lo anterior, se incorpora al PGO actualizado el siguiente conjunto de medidas.

**Tabla 12. Medidas de transporte de residuos no peligrosos.**

| Medida | Forma de implementación |
|---|---|
| Almacenamiento en contenedores tipo ampliroll | Los lodos estabilizados, deshidratados e higienizados serán almacenados temporalmente en contenedores tipo ampliroll, diseñados para su almacenamiento y posterior transporte. |
| Contenedores cerrados o cubiertos | Los contenedores permanecerán cerrados o debidamente cubiertos, tanto durante su permanencia temporal en la PTAS como durante su transporte externo, con el objeto de evitar la dispersión de olores y pérdidas de material. |
| Frecuencia de retiro | Se evitará la acumulación prolongada de lodos al interior de la planta, considerando un retiro semanal mediante gestores autorizados, la acumulación de lodos no podrá superar las 35 toneladas y los 7 días considerando el artículo 13 del D.S. N°4/2009 del MINSAL. |
| Verificación previa al despacho | Previo a cada retiro, el operador verificará el correcto estado del contenedor y de sus sistemas de cierre o cobertura, dejando registro de dicha inspección. |
| Control durante el transporte | Los vehículos deberán mantener la carga confinada durante todo el trayecto hasta la instalación autorizada de disposición final o valorización, evitando exposición del residuo al ambiente. |

| Medida | Forma de implementación |
|---|---|
| Derrames o pérdidas de material | En caso de producirse un derrame o pérdida durante las operaciones de carga o retiro, se procederá a la contención y limpieza inmediata del sector, retirando el material y restituyendo las condiciones de limpieza del área. |
| Gestor autorizado | El retiro y transporte será efectuado mediante una empresa o gestor que cuente con las autorizaciones correspondientes para dicha actividad. |
| Registro y trazabilidad | Se mantendrá un registro de cada retiro, indicando como mínimo fecha, cantidad según guía de despacho/pesaje y destino final. |

Fuente: Plan de Gestión de Olores, Anexo 2.2 de la Adenda complementaria.

Como se visualiza en la tabla anterior se establece expresamente el uso de contenedores tipo ampliroll, su mantención cerrada o cubierta durante el transporte, retiro semanal, revisión de los sistemas de cierre, actuación frente a derrames, confinamiento de la carga durante el trayecto y registro de los retiros efectuados.

De esta forma, el PGO actualizado incorpora expresamente las medidas de manejo operacional necesarias para evitar que el almacenamiento y transporte de lodos constituyan una fuente adicional de emisión odorante fuera de las instalaciones de la PTAS.

Asimismo, en caso de detectarse durante las operaciones de almacenamiento, carga o retiro una condición anómala que produzca olores molestos, se aplicarán las medidas previstas en el "Procedimiento en caso de contingencias de emisiones odorantes" del PGO. Dicho procedimiento ya contempla que, ante acumulaciones de sólidos o lodos que produzcan olores, se debe identificar la fuente y aplicar medidas inmediatas para controlar la situación.

Finalmente, los antecedentes asociados al transporte y retiro de lodos serán mantenidos como parte de los registros del PGO, de forma de acreditar el cumplimiento y trazabilidad de las medidas comprometidas durante la fase de operación.

**1.7 En el documento "2.2.1. Plan de Gestión de Olores" de la Adenda, punto 3.4.1. Medidas adoptadas, el Titular indica la realización de mediciones de olores al inicio de la operación de cada subfase, "a través de la toma de muestras de olores según la Norma Chilena NCh 3386:2015, la cual corresponde al muestreo estático por olfatometría, muestras que se analizarán según la Norma Chilena NCh 3190:2010 mediante olfatometría dinámica". Se indica también que, "De acuerdo con las medidas se deberá realizar muestreo estático por olfatometría los cuales se desarrollarán en las unidades emisoras de olores planta, los que se representan en la siguiente figura". Se muestra la Figura 3.7 y Tabla 3.6 con los polígonos de modelación y se indica que, "De esta manera se realizará el muestreo estático por olfatometría en las unidades descritas anteriormente".**

**Respecto de lo anterior, se solicita complementar dicha medida, dejando indicado que se podrían integrar a dichos muestreos, posibles nuevas fuentes de olor identificadas que no se hayan incluido en la modelación de la evaluación ambiental. El PGO deberá entonces ser actualizado con lo mencionado.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y se presenta la versión actualizada del Plan de Gestión de Olores (PGO) en el anexo 2.2 de la Adenda complementaria. Se actualiza en su numeral 3.4 "Programa de Seguimiento y Control", indicando que las unidades emisoras identificadas en la evaluación ambiental y representadas actualmente en las siguientes figura y tabla no constituyen un listado cerrado de fuentes a monitorear durante la fase de operación.

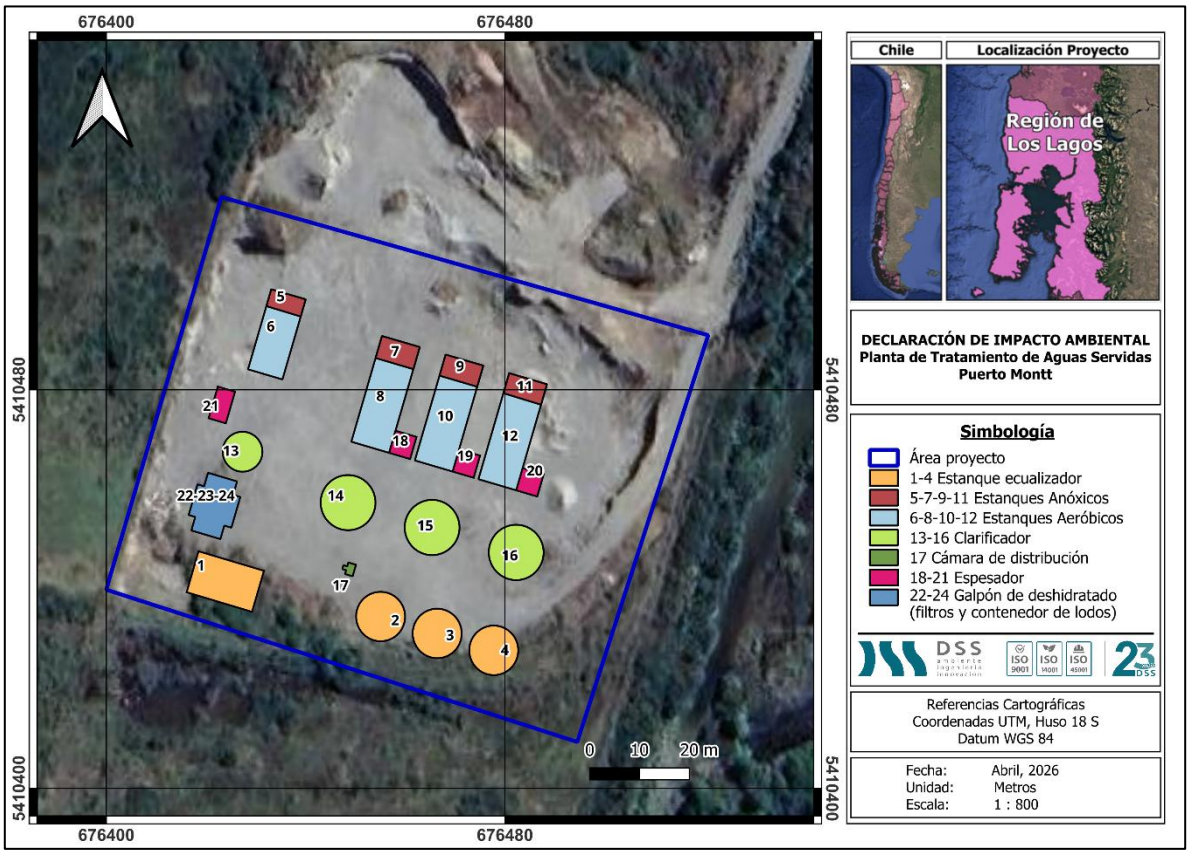



**Figura 3. Polígonos de modelación representativos de cada unidad modelada.**
Fuente: Plan de Gestión de Olores, Anexo 2.2 de la Adenda complementaria.

**Tabla 13. Polígonos modelados para la modelación de odorantes.**

| ID | Fuente | Coordenadas centrales UTM (WGS-84 18S) | | Tipo de Fuente | Descripción de la fuente | Régimen de funcionamiento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Este (m) | Norte(m) | | | |
| 1 | Estanque Ecualizador 1 | 676.427 | 5.410.444 | Difusa | Regula el caudal y almacena agua en caso de lluvias intensas. | Todo el año |
| 2 | Estanque Ecualizador 2 | 676.459 | 5.410.435 | Difusa | | Todo el año |
| 3 | Estanque Ecualizador 3 | 676.470 | 5.410.431 | Difusa | | Todo el año |
| 4 | Estanque Ecualizador 4 | 676.482 | 5.410.427 | Difusa | | Todo el año |
| 5 | Reactor anóxico 1 | 676.433 | 5.410.494 | Difusa | Sistema de tratamiento tipo lodo activado en modalidad aireación extendida | Todo el año |
| 6 | Reactor aeróbico 1 | 676.432 | 5.410.488 | Difusa | | Todo el año |

| ID | Fuente | Coordenadas centrales UTM (WGS-84 18S) | | Tipo de Fuente | Descripción de la fuente | Régimen de funcionamiento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Este (m) | Norte(m) | | | |
| 7 | Reactor anóxico 2 | 676.457 | 5.410484 | Difusa | o baja carga, comprendida por un reactor anóxico y otro aeróbico. | Todo el año |
| 8 | Reactor aeróbico 2 | 676.458 | 5.410.479 | Difusa | | Todo el año |
| 9 | Reactor anóxico 3 | 676.470 | 5.410.480 | Difusa | | Todo el año |
| 10 | Reactor aeróbico 3 | 676.471 | 5.410.475 | Difusa | | Todo el año |
| 11 | Reactor anóxico 4 | 676.483 | 5.410.476 | Difusa | | Todo el año |
| 12 | Reactor aeróbico 4 | 676.485 | 5.410.470 | Difusa | | Todo el año |
| 13 | Sedimentador Secundario/clarificador 1 | 676.430 | 5.410.469 | Difusa | Separación del agua tratada y el lodo biológico | Todo el año |
| 14 | Sedimentador Secundario/clarificador 2 | 676.452 | 5.410.459 | Difusa | | Todo el año |
| 15 | Sedimentador Secundario/clarificador 3 | 676.470 | 5.410.453 | Difusa | | Todo el año |
| 16 | Sedimentador Secundario/clarificador 4 | 676.487 | 5.410.447 | Difusa | | Todo el año |
| 17 | Cámara de distribución | 676.449 | 5.410.444 | Difusa | Distribuye el agua pretratada a los ecualizadores | Todo el año |
| 18 | Espesador de lodos 1 | 676.426 | 5.410.478 | Difusa | Almacenar transitoriamente el lodo purgado, y realizar además la función de espesador gravitacional | Todo el año |
| 19 | Espesador de lodos 2 | 676.462 | 5.410.469 | Difusa | | Todo el año |
| 20 | Espesador de lodos 3 | 676.476 | 5.410.465 | Difusa | | Todo el año |
| 21 | Espesador de lodos 4 | 676.488 | 5.410.461 | Difusa | | Todo el año |
| 22/23 | Filtro de carbón activado en Galpón de deshidratado[1] | 676.424 | 5.410.459 | Puntual Activa | Almacenamiento de lodos deshidratados, abatido mediante un filtro de carbón activado[2]. El filtro cuenta con dos | Todo el año |

[1] El galpón de deshidratado cuenta con un filtro que posee dos salidas de gases, por lo que cada una se modela de forma independiente
[2] Modelo AKFR-600 Likusta

| ID | Fuente | Coordenadas centrales UTM (WGS-84 18S) | | Tipo de Fuente | Descripción de la fuente | Régimen de funcionamiento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Este (m) | Norte(m) | | | |
| | | | | | salidas de gases, por lo que cada una se modela de forma independiente | |
| 24 | Contenedor de lodos (ampliroll) | 676.422 | 5.410.458 | Difusa | Almacenamiento de lodos deshidratados | Todo el año |

Fuente: Plan de Gestión de Olores, Anexo 2.2 de la Adenda complementaria.

En este sentido, previo a la ejecución de cada campaña de monitoreo de olores se efectuará una revisión de las condiciones operacionales de la PTAS y de las unidades en funcionamiento, con el objeto de verificar si existen fuentes potenciales de emisión odorante adicionales a aquellas consideradas originalmente en la modelación.

En caso de identificarse durante la operación una nueva unidad, proceso, punto de transferencia, almacenamiento, conducción o condición operacional con potencial de generar emisiones odorantes y que no haya sido incorporada previamente en el inventario de fuentes, ésta será incorporada al programa de monitoreo, efectuándose su correspondiente caracterización y, cuando técnicamente corresponda, la toma de muestras de olor.

De esta manera, las campañas de monitoreo contemplarán:

- Las fuentes emisoras identificadas y evaluadas originalmente en la modelación de olores.
- Las fuentes incorporadas progresivamente producto de la entrada en operación de cada subfase.
- Cualquier nueva fuente potencial de olor que sea identificada durante la operación y que no haya sido considerada previamente en la evaluación ambiental.

La incorporación de una nueva fuente se realizará a partir de antecedentes operacionales tales como inspecciones en terreno, registros del operador, mediciones de gases representativos, eventos de olor detectados al interior de la planta, reclamos de la comunidad o modificaciones operacionales que pudiesen generar un nuevo foco odorante.

Cuando se identifique una nueva fuente, se determinará, según corresponda, su ubicación, proceso asociado, tipo de fuente, régimen de funcionamiento y características de emisión, incorporándola al inventario actualizado de fuentes del PGO.

Asimismo, cuando la naturaleza de la fuente permita la aplicación de la metodología contemplada en el Programa de Seguimiento, se efectuará muestreo conforme a la metodología de olfatometría establecida en el PGO, incorporando los resultados a los respectivos informes de monitoreo.

El PGO actualmente contempla que las mediciones efectuadas durante la operación permitan obtener concentraciones y tasas de emisión reales y contrastarlas con aquellas utilizadas en la evaluación ambiental. En consecuencia, la incorporación de nuevas fuentes permitirá que dicho seguimiento represente efectivamente las condiciones reales de funcionamiento de la PTAS en cada una de sus subfases.

En caso de que el monitoreo confirme que una nueva fuente presenta emisiones odorantes relevantes, ésta será incorporada formalmente al inventario de fuentes emisoras del PGO, actualizándose, según corresponda, la figura de ubicación de fuentes, la tabla de caracterización y los antecedentes utilizados para el seguimiento de las emisiones odorantes del Proyecto.

Asimismo, cuando los antecedentes obtenidos indiquen que la incorporación de una nueva fuente pueda modificar las condiciones de emisión consideradas en la evaluación ambiental, ésta será considerada en la actualización de la modelación de olores, utilizando los factores de emisión reales obtenidos durante la operación.

Cabe señalar que el PGO ya contempla efectuar las mediciones aproximadamente a los dos meses de iniciada la operación de cada subfase, con el objeto de representar condiciones reales de funcionamiento y evitar la realización del monitoreo durante la marcha blanca. Dicho criterio se mantendrá, complementándose ahora con la revisión previa de posibles nuevas fuentes.

Por lo anterior, el Programa de Seguimiento y Control ha sido actualizado de manera que las campañas de monitoreo no se limiten exclusivamente a las fuentes consideradas originalmente en la modelación, permitiendo incorporar y caracterizar nuevas fuentes de emisión odorante que sean identificadas durante la operación de la PTAS.

**Sobre Residuos generados en el proyecto**

**1.8 Se solicita complementar la descripción de las actividades constructivas, uso de maquinaria, equipos, sustancias químicas e instalaciones de apoyo consideradas para la ejecución de las obras, indicando expresamente si se efectuarán actividades de mantención, lubricación, abastecimiento de combustibles, cambios de filtros, gestión de derrames u otras acciones susceptibles de generar residuos peligrosos.**

**En caso de determinar la presencia de residuos peligrosos durante la Fase de**

**Construcción, se reitera la solicitud de dar respuesta a los literales a, b, c y d**

**a) Identificación y estimación de residuos peligrosos potenciales (en masa)**
**b) Clasificación de peligrosidad conforme al D.S. N°148/2003 del MINSAL (artículos 10, 11, 18, 19 y 90)**
**c) Caracterización mediante metodologías de la Resolución Exenta N°292/2005 del MINSAL**
**d) Procedimientos de almacenamiento temporal, transporte por gestores autorizados y trazabilidad hasta disposición final.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y se complementa la descripción de las actividades, maquinarias, equipos, insumos e instalaciones de apoyo consideradas durante la fase de construcción, precisando asimismo las actividades que podrían estar relacionadas con la generación de residuos peligrosos.

En primer término, se reitera que el Proyecto no contempla la habilitación ni operación de una bodega de residuos peligrosos durante la fase de construcción. Durante esta fase no se contempla la generación regular de residuos peligrosos ni su disposición o acumulación dentro del área del Proyecto. La bodega RESPEL contemplada para el Proyecto corresponde exclusivamente a la fase de operación.

Durante la fase de construcción se habilitará una instalación de faenas que considera, entre otros elementos, oficina, servicios higiénicos, comedor, bodega de insumos, sector de lavado de ruedas, estacionamientos y un área delimitada para el acopio de residuos de construcción no peligrosos. Asimismo, el abastecimiento eléctrico temporal considera dos grupos electrógenos de 10 kVA.

Las principales maquinarias y vehículos considerados corresponden a camioneta, furgón, retroexcavadora, camiones tolva, camión mixer, camión rampla, camión grúa y compactadores, asociados principalmente a movimientos de tierra, transporte de materiales, hormigonado, izaje y compactación. Los principales materiales constructivos corresponden a enfierradura, hormigón y

áridos, además de los materiales de tabiquería, aislación y techumbre requeridos para las obras, y no se utilizarán en la construcción del proyecto pinturas, adhesivos, diluyentes, aceites u otro, si así lo fuera. Con el objeto de precisar las actividades potencialmente asociadas a RESPEL, se aclara lo siguiente.

**Tabla 14. Potenciales actividades generadoras de residuos peligrosos.**

| Actividad | Consideración durante la fase de construcción |
|---|---|
| Mantención de maquinaria y equipos | Se realizarán inspecciones y mantenciones preventivas destinadas a asegurar el correcto estado operacional de los equipos. Las mantenciones mayores susceptibles de generar residuos peligrosos no se efectuarán dentro del área del Proyecto. |
| Cambios de aceite y lubricantes | No se consideran cambios de aceite ni recambios mayores de lubricantes dentro del área de construcción. En caso de requerirse, la maquinaria o equipo será derivado a instalaciones externas habilitadas para dicha actividad. |
| Cambios de filtros | No se contempla el cambio rutinario de filtros de aceite, combustible u otros elementos contaminados dentro del área del Proyecto. Estos trabajos serán efectuados fuera del área de construcción junto con las mantenciones correspondientes. |
| Sustancias químicas | Durante la construcción no se contempla el uso de las sustancias químicas propias del proceso de tratamiento de la PTAS, las que corresponden a la fase de operación. Durante construcción se utilizarán principalmente los materiales e insumos propios de las obras civiles descritos anteriormente. |
| Derrames accidentales | Un derrame de lubricante corresponde a una situación contingente y no a una fuente regular de RESPEL. En caso de ocurrencia, se procederá a contener inmediatamente el producto, utilizar material absorbente y retirar el material eventualmente contaminado mediante un gestor autorizado. |

Fuente: Elaboración propia.

En vista de lo anterior se consideran mantención preventiva de maquinaria, restricción de cambios de aceite, abastecimiento de combustible y mantenciones mayores sobre suelo natural, retiro oportuno de residuos y aplicación inmediata de material absorbente ante derrames accidentales.

En consecuencia, no se contempla una bodega RESPEL durante la fase de construcción ni resulta aplicable el PAS 142 a dicha fase, manteniéndose dicho permiso asociado exclusivamente al almacenamiento de residuos peligrosos durante la operación de la PTAS.

Sin perjuicio de ello, y con el objeto de atender lo observado por la autoridad, se aclaran las observaciones para el caso excepcional de producirse un residuo peligroso como consecuencia de una contingencia:

**a) Identificación y estimación de residuos peligrosos potenciales (en masa)**

Para las condiciones normales y programadas de construcción se considera una generación estimada de RESPEL igual a 0 kg por subfase constructiva, toda vez que no se contemplan actividades rutinarias que generen aceites usados, filtros contaminados u otros residuos equivalentes dentro del área del Proyecto.

No obstante, producto de una contingencia podrían generarse excepcionalmente:

- Material absorbente contaminado con combustible o lubricante.
- EPP utilizado en la atención de un derrame.
- Suelo o material granular contaminado.
- Envases o materiales empleados directamente en la contención de la emergencia.

Dado su carácter accidental, no programado y dependiente de la magnitud del evento, no corresponde asignar una masa de generación periódica o anual a estos residuos. De todas maneras ante la eventualidad de que se generen residuos peligros estos serán transportados al sitio de disposición el mismo día de generación sin ser almacenados en el área del proyecto.

**b) Clasificación de peligrosidad conforme al D.S. N°148/2003 del MINSAL (artículos 10, 11, 18, 19 y 90)**

En caso de generarse excepcionalmente residuos producto de un derrame u otra contingencia, éstos serán evaluados conforme a sus características y al contaminante involucrado, aplicándose las disposiciones pertinentes del D.S. N°148/2003 del MINSAL.

Por tanto, la clasificación será efectuada respecto del residuo efectivamente generado y no sobre una posibilidad de generación de residuo que no forma parte de la operación regular de la construcción.

**c) Caracterización mediante metodologías de la Resolución Exenta N°292/2005 del MINSAL**

Cuando la peligrosidad de un residuo contingente no pueda determinarse directamente a partir de su origen, composición, antecedentes del producto involucrado o criterios establecidos en el D.S. N°148/2003, se procederá a su caracterización conforme a las metodologías que resulten aplicables de la Resolución Exenta N°292/2005 del MINSAL.

Esta caracterización será aplicada únicamente cuando corresponda, puesto que no existe una generación programada de RESPEL durante la construcción que requiera una caracterización previa.

**d) Procedimientos de almacenamiento temporal, transporte por gestores autorizados y trazabilidad hasta disposición final.**

Se reitera que no se habilitará un sitio o bodega para almacenamiento regular de RESPEL durante la fase de construcción.

Ante una generación excepcional producto de una contingencia, se procederá de la siguiente manera:

1. Se detendrá y controlará la fuente de la contingencia.
2. El material contaminado será contenido y segregado inmediatamente.
3. Se coordinará su retiro el mismo día en que se genere y no se almacenará en el área del proyecto.
4. Se dispondrá en recipientes compatibles, cerrados y debidamente identificados hasta que se efectué el retiro.
5. No será incorporado a los sectores de acopio de residuos domiciliarios ni de residuos de construcción no peligrosos.
6. Su transporte y disposición se efectuarán en instalaciones autorizadas de acuerdo con su clasificación.
7. Se conservarán los antecedentes que permitan acreditar su trazabilidad, tales como registros de retiro, identificación del transportista o gestor y comprobante de recepción en la instalación de destino, según corresponda.

De esta forma, la eventual generación de un residuo peligroso producto de una contingencia no implica la implementación de una bodega RESPEL durante la construcción, dado que no se prevé su acumulación habitual ni almacenamiento periódico al interior del Proyecto.

Por otra parte, la bodega RESPEL forma parte exclusivamente de la fase de operación de la PTAS, mientras que durante la construcción las medidas se orientan a evitar la generación de estos residuos mediante la realización externa de las mantenciones susceptibles de producirlos y, excepcionalmente, a gestionar de manera inmediata y mediante gestores autorizados cualquier residuo que pudiera originarse como resultado de una contingencia.

**Otros**

**1.9 En relación al punto 1.24 de la Adenda, el Titular responde que, "Se acoge la observación. Se amplía la información presentada y se incorporan fichas técnicas de maquinarias y vehículos utilizados en el proyecto, esta información es presentada en el Anexo 4.2.3 Fichas técnicas". Sin embargo, dicho anexo consta de un solo archivo pdf: "4.2.3 Ficha Técnica Grupo Electrógeno" con la ficha relacionada al grupo electrógeno.**

**Al respecto, y con el fin de complementar la respuesta a lo solicitado inicialmente en la DIA, se solicita al Titular adjuntar las fichas técnicas de las demás maquinarias y vehículos a utilizar por el proyecto en cada una de sus fases.**

**Respuesta:**

En atención a lo solicitado, se complementan los antecedentes presentados previamente en respuesta al punto 1.24 de la Adenda, adjuntándose en el Anexo 2.3 de la Adenda complementaria las fichas técnicas correspondientes a las maquinarias, equipos móviles y vehículos considerados para la ejecución y operación del Proyecto.

A continuación, se presentan las maquinarias y vehículos de manera diferenciada según la fase del Proyecto en que se contempla su utilización.

Maquinarias y vehículos – Fase de construcción

Durante la fase de construcción se contempla la utilización de vehículos y maquinaria asociados principalmente al traslado de personal, movimientos de tierra, transporte de materiales, hormigonado, montaje y compactación. La Ficha Resumen identifica, entre otros, camioneta, furgón, retroexcavadora, camiones tolva, camión mixer, camión rampla, camión grúa, compactadores y grupos electrógenos de apoyo.

El listado definitivo de maquinarias y vehículos cuyas fichas técnicas se incorporan en el Anexo 2.3 de la Adenda complementaria se presenta a continuación.

**Tabla 15. Maquinarias y vehículos - Fase de construcción**

| Maquinaria / vehículo | Cantidad | Uso principal |
|---|---|---|
| Camioneta | 1 | Movilización de personal de supervisión/Jefe de Obra |
| Furgón | 1 | Transporte de trabajadores |
| Retroexcavadora | 1 | Movimiento de tierra y transporte interno de materiales |
| Camión Tolva | 1 | Movimiento de tierra al interior del Proyecto / Transporte de relleno estructural y material de estabilizado |
| Camión Mixer | 1 | Transporte de hormigón |
| Camión Rampla | 1 | Transporte de estructuras metálicas y enfierraduras |
| Camión Grúa | 1 | Izaje y montaje de estructuras y equipos |

| | | |
|---|---|---|
| Compactador | 1 | Compactación de sellos de fundación y caminos |
| Grupo electrógeno 10 kVA | 2 | Suministro eléctrico temporal para actividades iniciales y equipos menores |

Fuente: Fichas técnicas, anexo 2.3 de la Adenda complementaria.

La utilización de dos grupos electrógenos de 10 kVA durante construcción se encuentra expresamente contemplada en la Ficha Resumen del Proyecto.

Maquinarias y vehículos – Fase de operación

Durante la fase de operación, el número de vehículos y equipos móviles es sustancialmente menor y se asocia principalmente a supervisión, suministro de insumos, retiro de residuos y lodos y respaldo eléctrico de la PTAS.

La Ficha Resumen identifica para esta fase los siguientes vehículos y equipos: camioneta para supervisión y transporte de insumos, camión Hook-Ampliroll para retiro de lodos y residuos, camión asociado al abastecimiento de insumos y un grupo electrógeno de respaldo de 100 kVA. El listado de fichas técnicas correspondientes a esta fase se presenta a continuación.

**Tabla 16. Maquinarias y vehículos - Fase de operación**

| Maquinaria / vehículo | Cantidad | Uso principal |
|---|---|---|
| Camioneta | 1 | Movilización del Jefe de Operaciones/supervisión |
| Camión Hook – Ampliroll | 1 | Retiro de lodos deshidratados y residuos |
| Camión de abastecimiento de insumos | 1 | Transporte de insumos requeridos por la PTAS |
| Camioneta de abastecimiento | 1 | Transporte de insumos menores/polímeros |
| Grupo electrógeno de respaldo 100 kVA | 1 | Respaldo eléctrico ante interrupciones del suministro |

Fuente: Fichas técnicas, anexo 2.3 de la Adenda complementaria.

Cabe señalar que el grupo electrógeno de 100 kVA corresponde al equipo de respaldo previsto para mantener la continuidad operacional de la PTAS ante interrupciones del suministro eléctrico.

Respecto de aquellos vehículos asociados a servicios efectuados por terceros autorizados, tales como el retiro de lodos, residuos o abastecimiento de determinados insumos, las fichas incorporadas al Anexo 2.3 de la Adenda complementaria corresponderán a los vehículos representativos considerados para la evaluación ambiental. En caso de que durante la ejecución del Proyecto el proveedor utilice un modelo distinto, éste deberá presentar características técnicas equivalentes o ambientalmente más favorables que las consideradas en la evaluación, según corresponda.

El Proyecto no contempla una fase de cierre programada, por lo que no existe una flota específica asociada a dicha fase que requiera ser incorporada al presente anexo.

En consecuencia, se incorporan las fichas técnicas en el Anexo 2.3 de la Adenda complementaria, permitiendo verificar las características técnicas de los vehículos, maquinarias y equipos considerados en las distintas fases del Proyecto y manteniendo coherencia con los antecedentes utilizados en la evaluación de emisiones atmosféricas, ruido y tránsito.

# II. NORMATIVA AMBIENTAL APLICABLE

**2.1. Se solicita al Titular ampliar información sore cómo el titular acredita que dará cumplimiento a Normativa D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la Norma de Emisión de Luminosidad Artificial Generada por Alumbrados de Exteriores, utilizando tabla formato.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y se complementan los antecedentes relativos al cumplimiento del D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece la Norma de Emisión de Luminosidad Artificial Generada por Alumbrados de Exteriores.

En primer término, se precisa que para la fase de construcción no se contempla la utilización permanente de alumbrado exterior, toda vez que las actividades constructivas se desarrollarán en horario diurno, entre las 08:00 y 18:00 horas, según lo informado previamente.

Por su parte, para la fase de operación, la infraestructura de iluminación conformada por postes o estructuras de aproximadamente 7 m de altura y luminarias LED, cuyos focos serán orientados hacia el suelo evitando la dispersión de luz hacia los sectores colindantes. En consecuencia, se rectifica la afirmación previa respecto de la no aplicabilidad del D.S. N°1/2022, reconociéndose que dicha norma sí resulta aplicable al alumbrado exterior considerado para la fase de operación del Proyecto.

Lo anterior en sentido que el D.S. N°1/2022 es aplicable en todo el territorio nacional y define como alumbrado exterior aquel instalado a la intemperie susceptible de generar contaminación lumínica. A continuación, se presenta la tabla de cumplimiento normativo actualizada.

**Tabla 17. Normativa Ambiental Aplicable – D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente.**

| Norma - D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente | |
|---|---|
| Norma | D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, "Establece Norma de Emisión de Luminosidad Artificial Generada por Alumbrados de Exteriores".<br>La norma establece límites y exigencias aplicables a la emisión de luminosidad artificial generada por alumbrados de exteriores, con el objeto de prevenir la contaminación lumínica y proteger la calidad astronómica de los cielos, la biodiversidad y la salud de las personas. |
| Otros cuerpos legales | No aplica |
| Fase del Proyecto a la que aplica o en la que se dará cumplimiento | Aplica para la fase de operación. |
| Parte, obra, acción, emisión, residuos o sustancias a la que aplica | Alumbrado exterior considerado para las áreas operacionales y de circulación de la PTAS durante la fase de operación. |
| Forma de cumplimiento | Las luminarias exteriores que se instalen durante la fase de operación cumplirán con las exigencias y límites de emisión establecidos en el D.S. |

| Norma - D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente | |
|---|---|
| | N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente.<br>Las luminarias serán de tecnología LED y estarán orientadas hacia el suelo, evitando la dispersión innecesaria de luz hacia sectores colindantes y hacia el hemisferio superior. Asimismo, se utilizarán luminarias que cuenten con las certificaciones que correspondan de acuerdo con la normativa vigente. La Adenda ya contempla postes o estructuras de aproximadamente 7 m de altura y luminarias LED dirigidas hacia el suelo |
| Indicador que acredita su cumplimiento | Fichas técnicas y certificados de las luminarias exteriores instaladas.<br>Registro de instalación y orientación de las luminarias. |
| Forma de control y seguimiento | Verificación previa a la puesta en servicio de las características técnicas, certificación y correcta orientación de las luminarias exteriores.<br>Mantención de los antecedentes técnicos y registros correspondientes disponibles en la administración de la PTAS. |

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, para la fase de operación el cumplimiento no se sustentará únicamente en el hecho de utilizar tecnología LED o dirigir los focos hacia el suelo, sino que se acreditará mediante la utilización de luminarias que cumplan con los límites técnicos establecidos por el D.S. N°1/2022 y, cuando corresponda, mediante su respectiva certificación de conformidad previa a la instalación.

Cabe señalar que el artículo 12 de la norma establece que aquellas luminarias para alumbrado exterior que cuenten con protocolo de certificación vigente deberán poseer certificación de cumplimiento de los límites de emisión antes de su comercialización e instalación, emitida por organismos autorizados por la SEC.

En consecuencia, se incorpora el D.S. N°1/2022 del Ministerio del Medio Ambiente dentro de la Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto para la fase de operación.

**2.2. En el documento correspondiente a Adenda Ciudadano, en la respuesta a la generación de ruidos molestos a partir de la ejecución del proyecto, el Titular indica "el proyecto presenta medidas asociadas con la implementación de barreras acústicas lo cual permite el cumplimiento del D.S. N°38/2011 del Ministerio de Medio Ambiente". Lo anterior debe ser aclarado, ya que, al revisar los antecedentes dispuestos tanto en la DIA como en Adenda, no se mencionan medidas como las antes descritas, más aún si se trata de acciones para dar cumplimiento a la normativa vigente respecto emisiones acústicas.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se rectifica la referencia contenida en la Adenda Ciudadana respecto de la "implementación de barreras acústicas" corresponde a un error de redacción, toda vez que, conforme a los antecedentes presentados en la DIA, la Adenda y el Informe de Ruido y Vibraciones, el Proyecto

no contempla barreras acústicas como medida de control para efectos de dar cumplimiento al D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

De acuerdo con la evaluación acústica presentada, los niveles de ruido proyectados para las distintas fases del Proyecto cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N°38/2011, considerando los escenarios evaluados y los receptores sensibles identificados en el peor escenario.

La condición más desfavorable de emisión de ruido se produce en el año 2050, para el caso de las fases de operación del proyecto con un nivel de potencia acústica total de 115,7 dB(A).

**Tabla 18. Escenarios más desfavorables del proyecto.**

| Actividades | Año de Evaluación | $L_w$ Total dB(A) |
|---|---|---|
| Fase de construcción subfase 1 | Año 0 | 109,9 |
| Fase de construcción 4 + operación subfases 1, 2, 3 y 4 | Año 2049 | 115 |
| Fase de operación diurna subfases 1, 2, 3 y 4 | Año 2050 | 115,7 |
| Fase de operación nocturna subfases 1, 2, 3 y 4 | | |

Fuente: Informe de ruido y vibraciones, anexo 4.1 de la Adenda.

**a) Fase de construcción**

De acuerdo con la tabla anterior, para la fase de construcción, corresponde al solape más energético se produce en la subfase 1, con un nivel de potencia acústica total de 109,9 dB(A), a estos se agrega el escenario más desfavorable correspondiente a la suma entre la fase de construcción y operación, el cual ocurre el año 2049, con un nivel de potencia acústica de 115 dB(A).

En base a esto se presenta a continuación los niveles proyectados para los receptores, en la peor condición que es la construcción de la subfase 4 y la operación de las subfases 1, 2 y 3.

**Tabla 19. Niveles proyectados para receptores humanos en fase de construcción subfase 4 y operación de la subfase 1, 2 y 3. Periodo diurno.**

| Receptores Humanos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Receptor** | **Altura del receptor (m)** | **NPS proyectado en dB (A)** | **Periodo** | **Límite permitido D.S. 38/2011 dB(A)** | **Evaluación normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?** |
| R1 | 1,5 | 52 | Diurno | 60 | SI |
| R2 | 1,5 | 49 | Diurno | 60 | SI |
| R3 | 1,5 | 45 | Diurno | 56 | SI |
| R4 | 1,5 | 42 | Diurno | 55 | SI |
| **Receptor fauna nativa** | | | | | |
| **Receptor** | **Grupo taxonómico** | **Efecto** | **Menor umbral** | **Nivel proyectado** | **Evaluación** |
| RF | Anfibios | Conductual | 62 dB (C) | 50 dB (C) | No supera el umbral |

Fuente: Informe de ruido y vibraciones, anexo 4.1 de la Adenda.

Estos resultados muestran que se cumple con el límite máximo permitido según D.S. Nº38/2011 del MMA, en todos los receptores y especialmente en el R1 que es el más cercano, por lo que no se requieren medidas de reducción de ruido para generar cumplimiento normativo.

**b) Fase de operación**

Para la fase de operación en período diurno se pronostica principalmente el uso de camiones para el traslado de insumos, así como para traslado de lodos y residuos, mientras que para periodo nocturno se espera solo el funcionamiento de la planta parcial.

Para considerar la peor condición de la fase de operación de la planta, se consideró el funcionamiento nocturno de la planta, periodo en que el límite permitido por el D.S. 38/2011 en dB (A) es menor que en periodo diurno.

**Tabla 20. Niveles proyectados para receptores en fase de operación de las subfases 1, 2, 3 y 4. Periodo nocturno.**

| Receptores Humanos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Receptor** | **Altura del receptor (m)** | **NPS proyectado en dB (A)** | **Periodo** | **Límite permitido D.S. 38/2011 dB(A)** | **Evaluación normativa - ¿Cumple límite máximo permitido?** |
| R1 | 1,5 | 42 | Nocturno | 45 | SI |
| R2 | 1,5 | 40 | Nocturno | 45 | SI |
| R3 | 1,5 | 37 | Nocturno | 50 | SI |
| R4 | 1,5 | 32 | Nocturno | 50 | SI |
| **Receptor fauna nativa** | | | | | |
| **Receptor** | **Grupo taxonómico** | **Efecto** | **Menor umbral** | **Nivel proyectado** | **Evaluación** |
| RF | Anfibios | Conductual | 62 dB (C) | 47 dB (C) | No supera el umbral |

Fuente: Informe de ruido y vibraciones, anexo 4.1 de la Adenda.

A pesar de tener un límite permitido menor por ser un periodo nocturno, los resultados muestran que se cumple con el límite máximo permitido según D.S. Nº38/2011 del MMA, en todos los receptores, por lo que no se requieren medidas de reducción de ruido para dar cumplimiento a la norma, para mayores antecedentes remitirse al anexo 4.1 de la Adenda.

Por lo anterior, se rectifican las respuestas correspondientes de la Adenda Ciudadana en el anexo correspondiente, eliminando toda referencia a la implementación de barreras acústicas como medida asociada al Proyecto.

**2.3. A partir de las observaciones de la comunidad se advierte el uso del cuerpo receptor en actividades con contacto directo, por lo cual el titular debe analizar la relación del proyecto respecto del cumplimiento del Decreto N°143/2008 del MINSEGPRES que establece normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo. Se solicita utilizar tabla formato para señalar esta información.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y en atención a los usos con contacto directo identificados en el Río Arenas, se incorpora el análisis del Proyecto respecto del D.S. N°143/2008 del MINSEGPRES, que establece Normas de Calidad Primaria para las Aguas Continentales Superficiales Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo.

En primer término, el Proyecto corresponde a una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas que recibirá exclusivamente aguas servidas de origen domiciliario y no contempla la recepción ni tratamiento de residuos industriales líquidos. Por tanto, la selección de variables se orientó a aquellos parámetros del D.S. N°143/2008 que presentan una relación directa con la naturaleza sanitaria del afluente tratado y respecto de los cuales la descarga podría generar una variación verificable en el cuerpo receptor.

Bajo este criterio, se consideran Coliformes Fecales, pH y Color, por representar aspectos complementarios de la calidad del agua relevantes para el uso con contacto directo identificado. La selección de estos tres parámetros corresponde específicamente a las variables seleccionadas para evaluar la relación del Proyecto con el D.S. N°143/2008, atendiendo a los usos con contacto directo identificados y a la naturaleza de la descarga. Se presenta a continuación la normativa en comento.

**Tabla 21. Normativa Ambiental Aplicable – D.S. N°143/2008 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.**

| Norma - D.S. N°143/2008 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia | |
|---|---|
| Norma | D.S. N°143/2008 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, "Establece Normas de Calidad Primaria para las Aguas Continentales Superficiales Aptas para Actividades de Recreación con Contacto Directo".<br>La norma tiene por objeto proteger la calidad de las aguas continentales superficiales utilizadas para actividades de recreación con contacto directo, de manera de salvaguardar la salud de las personas.<br>Para efectos del seguimiento asociado al Proyecto se considerarán los siguientes parámetros:<br>- Color: 100 Pt-Co, percentil 80.<br>- pH: rango 6,0 a 8,5, percentil 95.<br>Coliformes Fecales: 1.000 NMP/100 mL, percentil 100. |
| Otros cuerpos legales | D.S. N°90/2000 del MINSEGPRES, que regula la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. |

| Norma - D.S. N°143/2008 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia | |
|---|---|
| Fase del Proyecto a la que aplica o en la que se dará cumplimiento | Fase de operación |
| Parte, obra, acción, emisión, residuos o sustancias a la que aplica | Descarga del efluente tratado de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Puerto Montt al río Arenas y seguimiento de la calidad del cuerpo receptor. |
| Forma de cumplimiento | El Proyecto efectuará seguimiento de la calidad del agua del río Arenas considerando los parámetros Color, pH y Coliformes Fecales, con el objeto de verificar su comportamiento en el cuerpo receptor durante la operación de la PTAS.<br>Los resultados serán contrastados con los valores establecidos en el D.S. N°143/2008 para aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo.<br>La selección de estos parámetros se fundamenta en que el Proyecto tratará aguas servidas de origen domiciliario, sin recepción de RILes industriales, por lo que corresponden a los parámetros de la norma directamente relacionados con la naturaleza del efluente del Proyecto. |
| Indicador que acredita su cumplimiento | Resultados de las campañas de seguimiento de calidad de agua del río Arenas para los parámetros:<br>- Color.<br>- pH.<br>- Coliformes Fecales.<br>Registro de resultados y comparación con los valores establecidos en el D.S. N°143/2008. |
| Forma de control y seguimiento | Plan de Seguimiento de las Variables ambientales de monitoreo de calidad de aguas en las componentes de Color, pH y Coliformes Fecales en el cuerpo receptor durante la fase de operación.<br>Los resultados serán mantenidos como parte de los registros ambientales del Proyecto y estarán disponibles para la autoridad competente. |

Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria se presenta a continuación el Plan de seguimiento de las variables ambientales asociado al monitoreo de calidad de agua y fauna íctica del Río Arenas.

**Tabla 22. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas. | |
|---|---|
| **Fase del proyecto o actividad** | Fase de operación |
| **Componente ambiental** | Recurso hídrico superficial y componente limnológico, incluyendo calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y hábitat fluvial. |
| **Impacto ambiental asociado** | No aplica; el seguimiento tiene por objeto verificar durante la operación la mantención de las condiciones de calidad de agua y ecológicas del río Arenas consideradas durante la evaluación ambiental. |
| **Medida asociada** | Monitoreo de la calidad de agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas aguas arriba y aguas abajo de la descarga de la PTAS. |
| **Ubicación puntos de control** | El seguimiento se efectuará en las ocho estaciones de muestreo consideradas en la caracterización limnológica actualizada, manteniendo estaciones aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, cubriendo la totalidad del tramo evaluado.<br>La caracterización actualizada abarca desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, mientras que la modelación determinó una extensión de influencia máxima de aproximadamente 2.040 m aguas abajo, correspondiente al nitrógeno total. |

| Estación | Ubicación respecto de la descarga |
|---|---|

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | |
|---|---|
| E-1 | 100 m aguas arriba de la descarga |
| E-2 | Sector de descarga |
| E-3 | Aguas abajo de la descarga |
| E-4 | Aguas abajo de la descarga |
| E-5 | Aguas abajo de la descarga |
| E-6 | Aguas abajo de la descarga |
| E-7 | Aguas abajo de la descarga |
| E-8 | Estación más alejada aguas abajo, cubriendo el tramo hasta 2.150 m |

**Parámetros para monitorear**

a) Componente limnológico
Se realizará el seguimiento de:

- Ictiofauna: presencia/ausencia, composición, riqueza y abundancia de especies.
- Seguimiento particular de las especies nativas previamente registradas, entre ellas Galaxias maculatus y Trichomycterus areolatus, además del registro de otras especies presentes. Considerando la no presencia en la campaña de limnología del 2026.
- Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia y evaluación de los indicadores biológicos utilizados en la caracterización basal.

b) Calidad de agua
Se mantendrá el siguiente set de parámetros en todas las campañas, permitiendo comparaciones entre estaciones, temporadas y años:

| Parámetro | Tipo de medición | Unidad |
|---|---|---|
| pH | In situ | unidad de pH |
| Oxígeno disuelto | In situ | mg/L |
| Temperatura | In situ | °C |
| Conductividad eléctrica | In situ | µS/cm |
| Caudal | Terreno | $m^3/s$ |
| $DBO_5$ | Laboratorio | mg/L |
| Sólidos Suspendidos Totales | Laboratorio | mg/L |
| Nitrógeno Total | Laboratorio | mg/L |
| Fósforo Total | Laboratorio | mg/L |
| Coliformes Fecales | Laboratorio | NMP/100 mL |
| Color | Laboratorio | Pt-Co |

**Límites permitidos o comprometidos**

Los resultados no se evaluarán únicamente respecto de un valor normativo aislado, sino mediante un análisis integrado del cuerpo receptor, considerando:

1. La comparación entre la estación de control aguas arriba y las estaciones ubicadas aguas abajo en una misma campaña.
2. La comparación con la información histórica obtenida durante las campañas de línea base y caracterización complementaria.
3. Para las variables pertinentes a vida acuática, los valores de referencia de la NCh 1.333 Of.78 Mod. 1987, conforme al criterio utilizado durante la evaluación.
4. Para Color, pH y Coliformes Fecales, los valores establecidos en el D.S.

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>
N°143/2008, atendidos los usos con contacto directo identificados en el río Arenas.<br>
5. Para nitrógeno total y fósforo total, el análisis de su evolución respecto de la condición trófica basal caracterizada en el expediente.<br>
Indicadores que acreditan su cumplimiento<br>
Se considerarán como medios de verificación del Plan:<br>
- Aviso a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos con una anticipación mínima de 7 días hábiles previo a las actividades de terreno que correspondan al PAS 119.<br>
- Registros de terreno y cadenas de custodia.<br>
- Certificados de calibración de los equipos utilizados.<br>
- Informes de laboratorio.<br>
- Resultados de calidad de agua por estación.<br>
- Registros de ictiofauna y macroinvertebrados.<br>
- Fichas de caracterización de hábitat.<br>
- Registros fotográficos y georreferenciados.<br>
- Análisis comparativo entre estación aguas arriba y estaciones aguas abajo.<br>
- Análisis temporal respecto de las campañas de línea base.<br>
- Informes de seguimiento remitidos a las autoridades correspondientes.<br>
Umbrales de alerta<br>
Se considerará una condición de alerta cuando se identifique:<br>
- Incumplimiento de alguno de los valores de referencia aplicables a Color, pH o Coliformes Fecales del D.S. N°143/2008 en estaciones aguas abajo, cuando dicha condición no se observe simultáneamente aguas arriba.<br>
- Deterioro de las condiciones de calidad para vida acuática respecto de los valores de referencia utilizados durante la evaluación.<br>
- Aumento aguas abajo de nitrógeno total, fósforo total, $DBO_5$, SST o coliformes fecales respecto de la estación aguas arriba, cuando el comportamiento se aparte de la variabilidad histórica del río.<br>
- Disminución relevante del oxígeno disuelto respecto de la condición aguas arriba y basal.<br>
- Cambios relevantes en riqueza, abundancia o composición de ictiofauna o macroinvertebrados respecto de la condición basal que coincidan espacialmente con alteraciones de la calidad de agua.<br>
Ante una condición de alerta se realizará una revisión integrada de los resultados del cuerpo receptor y de los registros operacionales y de calidad del efluente de la PTAS, con el objeto de determinar su posible origen y definir, cuando corresponda, acciones de verificación o medidas correctivas.
</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia del plan de seguimiento</td><td>
Se realizará un monitoreo por cada subfase de operación (4) durante 1 año desde el inicio de la operación de cada una de ellas. En cada monitoreo, se realizará el muestreo de las 8 estaciones indicadas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8) que fueron caracterizadas en el estudio de Línea Base. Esto entendiendo que al término de cada subfase de construcción es cuando se encontrará activa la descarga, la que potencialmente pueda generar efectos sobre el Río Arenas pudiendo afectar su comunidad íctica.<br>
A continuación, se presenta el cronograma con las actividades definidas para el monitoreo en el Río Arenas.
<table>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 1</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |
| **Actividad** | **Monitoreo Subfase de operación 2** | | |
| | **Mes 1** | **Mes 2** | **Mes 3** |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |
| **Actividad** | **Monitoreo Subfase de operación 3** | | |
| | **Mes 1** | **Mes 2** | **Mes 3** |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |
| **Actividad** | **Monitoreo Subfase de operación 4** | | |
| | **Mes 1** | **Mes 2** | **Mes 3** |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

Se elaborará un informe por cada campaña, el cual será remitido a la SMA de haber obtenido los resultados del monitoreo y se elaborará en conformidad a lo establecido

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones:<ul><li>Resumen</li><li>Introducción</li><li>Objetivos</li><li>Materiales y métodos</li><li>Resultados (catastro visual)</li><li>Discusiones</li><li>Referencias</li><li>Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)</li></ul>Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos en los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la siguiente tabla.
<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">Nombre del Punto de Muestreo</th><th colspan="3">Coordenadas UTM (m) Datum WGS84</th></tr>
<tr><td colspan="2">Norte</td><td>Este</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Parámetros</td><td rowspan="2">Valor Basal</td><td rowspan="2">Unidad de Medida</td><td colspan="3">Resultado</td></tr>
<tr><td>Fechas (día-mes-año)</td><td>Fechas (día-mes-año)</td><td>Fechas (día-mes-año)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
El informe además dará cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.</td></tr>
<tr><td>Método o procedimiento de medición</td><td>Para el componente limnológico, los muestreos se efectuarán utilizando metodologías consistentes con las empleadas en la caracterización y con la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile", FIPA N°2016-46, en concordancia con los antecedentes técnicos aplicables al PAS 119.<br>Para calidad de agua:<ul><li>pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se medirán in situ mediante equipo multiparamétrico debidamente calibrado;</li><li>el caudal será determinado en terreno mediante metodología apropiada a las características hidráulicas de la estación;</li><li>los restantes parámetros serán determinados mediante análisis de laboratorio;</li><li>las muestras de laboratorio serán obtenidas, preservadas y transportadas conforme a los procedimientos técnicos correspondientes;</li><li>los análisis serán efectuados por una ETFA autorizada, utilizando metodologías normalizadas;</li><li>- los límites de detección y cuantificación deberán ser suficientemente bajos para caracterizar adecuadamente la calidad del río y permitir la comparación con las condiciones de línea base y valores de referencia aplicables.</li></ul></td></tr>
<tr><td>Plazo o frecuencia de informe</td><td>Se elaborará un Informe de Seguimiento por cada campaña, integrando en un mismo documento los resultados de calidad de agua y limnología.<br>Los resultados serán reportados mediante SNIFA a la SMA y, respecto del seguimiento asociado al PAS 119, serán remitidos además a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos.</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia.

**2.4. Sobre Componente Paleontológico**

**I.- Si bien el titular acoge las observaciones del CMN respecto al Protocolo ante hallazgos paleontológicos no previstos, la implementación de monitoreo paleontológico y charlas de inducción se observa que, con relación al Protocolo ante hallazgos Paleontológicos no previstos (p. 116-119) y en Ficha Resumen (p. 246-247), se mencionan otros componentes que no corresponden al protocolo indicado. Se solicita rectificar donde corresponda.**

**II.- En cuanto a la realización de Monitoreo Paleontológico permanente (diario), el titular se compromete a realizar un monitoreo en la Adenda (p. 120-121) y en Ficha Resumen (p. 259). Sin embargo, no incluye lo requerido mediante el Ord. CMN N°6593-2025 y menciona que se entregarán informes semestrales. Se solicita aclarar y rectificar.**

**III. -En cuando a la implementación de Charlas de Inducción Paleontológicas, el titular se compromete a su implementación en la Adenda (p. 121) y en Ficha Resumen (p. 258-259), no obstante, no cumple con los requerimientos indicados en el Ord. antes citado, debido a que se compromete a implementar una única charla de inducción paleontológica previo al inicio de las obras, enviando reporte únicamente a la SMA y no al CMN. Se solicita aclarar y rectificar.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y en atención a lo solicitado por la autoridad, se revisan y rectifican los antecedentes presentados en la Adenda y en la Ficha Resumen respecto del Protocolo ante Hallazgos Paleontológicos No Previstos, Monitoreo Paleontológico y Charlas de Inducción Paleontológica, incorporando íntegramente los requerimientos señalados en el Ord. CMN N°6593-2025.

Las rectificaciones se incorporan tanto en la presente Adenda Complementaria como en la Ficha Resumen actualizada adjunta en el anexo de la Adenda complementaria, de manera de mantener consistencia entre ambos documentos.

**I.- Si bien el titular acoge las observaciones del CMN respecto al Protocolo ante hallazgos paleontológicos no previstos, la implementación de monitoreo paleontológico y charlas de inducción se observa que, con relación al Protocolo ante hallazgos Paleontológicos no previstos (p. 116-119) y en Ficha Resumen (p. 246-247), se mencionan otros componentes que no corresponden al protocolo indicado. Se solicita rectificar donde corresponda.**

Se rectifica lo indicado en la Ficha Resumen presentada en la Adenda, se indica que las acciones corresponden específicamente al Protocolo ante Hallazgos Paleontológicos No Previstos, incluyendo aviso al profesional paleontólogo, delimitación del hallazgo paleontológico, registro y comunicación al CMN.

En consecuencia, se rectifica dicha redacción, diferenciando claramente los componentes arqueológico y paleontológico. Para el apartado objeto de la presente observación, se eliminan las referencias a hallazgos arqueológicos y se actualizará indicando netamente hallazgos paleontológicos.

Se mantendrán las acciones ya incorporadas al protocolo, correspondientes a:

1. Detener las obras en el lugar del hallazgo, considerando una distancia mínima de resguardo de 2 m.
2. Dar aviso inmediato al/a la profesional paleontólogo/a o responsable de obra.
3. Delimitar y señalizar adecuadamente el área.
4. Informar al CMN mediante coordenadas UTM WGS84 y registro fotográfico, dentro del plazo máximo establecido.
5. Incorporar el protocolo dentro de las charlas de inducción paleontológica.

Las referencias a arqueología se mantendrán únicamente en los apartados específicamente correspondientes a dicho componente o cuando formen parte de la denominación oficial del D.S. N°484/1990.

**II.- En cuanto a la realización de Monitoreo Paleontológico permanente (diario), el titular se compromete a realizar un monitoreo en la Adenda (p. 120-121) y en Ficha Resumen (p. 259). Sin embargo, no incluye lo requerido mediante el Ord. CMN N°6593-2025 y menciona que se entregarán informes semestrales. Se solicita aclarar y rectificar.**

Se acoge la observación y se rectifica el compromiso ambiental de "Monitoreo paleontológico permanente" para las obras que impliquen movimiento de tierra y contempla como indicador de cumplimiento la elaboración de informes mensuales. En consecuencia, el monitoreo paleontológico se desarrollará durante la fase de construcción conforme a lo siguiente.

**Tabla 23. Compromiso Ambiental Voluntario - Monitoreo paleontológico permanente.**

| Compromiso Ambiental Voluntario - Monitoreo paleontológico permanente | |
|---|---|
| **Impacto asociado** | Potencial afectación del patrimonio paleontológico. |
| **Fase del proyecto a la que aplica** | Fase de construcción. |
| **Objetivo, descripción y justificación** | Objetivo: Realizar seguimiento paleontológico durante las actividades de construcción que impliquen excavaciones y/o movimientos de tierra, con el objeto de detectar oportunamente eventuales hallazgos paleontológicos y asegurar su adecuada protección conforme a la normativa vigente.<br>Descripción: Durante la fase de construcción del Proyecto se realizará monitoreo paleontológico permanente, con frecuencia diaria, en aquellas unidades clasificadas como fosilíferas, y monitoreo paleontológico con frecuencia semanal en las unidades clasificadas como susceptibles.<br>El monitoreo comprenderá todas aquellas obras y actividades que impliquen excavaciones y/o movimientos de tierra, incluyendo escarpe, canalizaciones, fundaciones y demás intervenciones subsuperficiales, incorporándose además las zonas de acopio de material proveniente de dichas excavaciones y movimientos de tierra.<br>El monitoreo será realizado por un/a asesor/a en Paleontología cuya información curricular sea acorde con la Res. Ex. N°650 de 2022 del Consejo de Monumentos Nacionales, sobre actualización de antecedentes profesionales para la realización de trabajos en paleontología aplicada. Lo anterior corresponde expresamente a lo requerido por el CMN para las unidades fosilíferas y susceptibles presentes en el área de influencia del Proyecto.<br>En caso de detectarse un hallazgo paleontológico no previsto, se detendrán las obras en el sector del hallazgo y se procederá conforme al Protocolo ante Hallazgos Paleontológicos No Previstos comprometido por el Proyecto, dando aviso al Consejo de Monumentos Nacionales y adoptando las medidas de protección que dicho organismo determine.<br>Justificación: Garantizar la protección y conservación de eventuales bienes paleontológicos que pudieran encontrarse durante las actividades de construcción, considerando que no es posible descartar su presencia en el área de influencia del Proyecto y que determinadas obras implican remoción e intervención del subsuelo. |
| **Lugar, forma y oportunidad de implementación** | Lugar: Área de emplazamiento del proyecto, sector Senda la Vara Sur, comuna de Puerto Montt. |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Monitoreo paleontológico permanente | |
|---|---|
| | Forma: El monitoreo será desarrollado por un/a profesional asesor/a en Paleontología que cumpla con los antecedentes profesionales establecidos en la Res. Ex. N°650/2022 del CMN, conforme a la siguiente frecuencia:<br>- Unidades fosilíferas: monitoreo permanente con frecuencia diaria, mientras se desarrollen excavaciones y/o movimientos de tierra.<br>- Unidades susceptibles: monitoreo con frecuencia semanal, mientras se desarrollen excavaciones y/o movimientos de tierra.<br>Oportunidad: El monitoreo se realizará durante toda la fase de construcción, específicamente mientras se ejecuten actividades que impliquen excavaciones, movimientos de tierra o manejo y acopio del material excavado. |
| **Indicador que acredite su cumplimiento** | Elaboración de informes mensuales de monitoreo paleontológico, suscritos por el/la profesional responsable, que den cuenta de las actividades de seguimiento realizadas durante el período.<br>Los informes deberán contener, según corresponda:<br>- Identificación de los frentes y actividades monitoreadas.<br>- Fechas y frecuencia de monitoreo.<br>- Registro de las excavaciones y movimientos de tierra inspeccionados.<br>- Identificación de las unidades paleontológicas monitoreadas.<br>- Registro de las zonas de acopio inspeccionadas.<br>- Registro fotográfico de las actividades.<br>- Resultados del monitoreo.<br>- Identificación y descripción de eventuales hallazgos paleontológicos.<br>- Constancia de los avisos efectuados al CMN cuando corresponda.<br>- Descripción de las medidas implementadas ante un eventual hallazgo.<br>Los informes de monitoreo serán remitidos mensualmente al Consejo de Monumentos Nacionales y la SMA, estos informes serán suscritos por el/la profesional paleontólogo/a responsable, conforme a lo solicitado por dicha autoridad. |
| **Forma de control y seguimiento** | Remisión mensual al Consejo de Monumentos Nacionales y la SMA de los informes de monitoreo paleontológico suscritos por el/la profesional responsable.<br>Se mantendrá además registro de las jornadas de monitoreo efectuadas, frentes de trabajo inspeccionados, actividades de movimiento de tierra, zonas de acopio revisadas y registros fotográficos asociados.<br>En caso de detectarse un hallazgo paleontológico no previsto, se aplicará el protocolo comprometido para el Proyecto, incluyendo la detención de las obras en el sector afectado, su delimitación y protección y la comunicación al CMN para que dicho organismo determine las medidas que corresponda implementar. |

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se rectifica la periodicidad a la entrega de informes mensuales al CMN y a la SMA. Asimismo, se precisa que el monitoreo no será aplicado de manera indiferenciada a todo el Proyecto, sino que su frecuencia estará determinada por el potencial paleontológico de las unidades geológicas intervenidas: diario para unidades fosilíferas y semanal para unidades susceptibles.

**III. -En cuando a la implementación de Charlas de Inducción Paleontológicas, el titular se compromete a su implementación en la Adenda (p. 121) y en Ficha Resumen (p. 258-259), no obstante, no cumple con los requerimientos indicados en el Ord. antes citado,**

**debido a que se compromete a implementar una única charla de inducción paleontológica previo al inicio de las obras, enviando reporte únicamente a la SMA y no al CMN. Se solicita aclarar y rectificar.**

Se acoge la solicitud y se rectifica la realización de una charla de inducción paleontológica antes de las actividades de excavación subsuperficial la cual señala como indicador la entrega de un informe a la SMA dentro de los 15 días posteriores a la charla. Esta formulación será reemplazada por el siguiente compromiso:

**Tabla 24. Compromiso Ambiental Voluntario - Charlas de inducción paleontológica.**

| **Compromiso ambiental voluntario – Charlas de inducción paleontológica** | |
|---|---|
| **Impacto asociado** | No aplica; no genera impacto significativo |
| **Fase del proyecto a la que aplica** | Construcción. |
| **Objetivo, descripción y justificación** | Objetivo: Velar por la protección del patrimonio paleontológico que eventualmente pudiera encontrarse en el área del Proyecto, capacitando al personal respecto de su reconocimiento, protección y procedimiento de actuación frente a hallazgos paleontológicos no previstos.<br>Descripción: Se realizarán charlas de inducción paleontológica dirigidas a los/las trabajadores/as del Proyecto, las cuales serán impartidas por un/a profesional asesor/a en Paleontología cuya información curricular sea acorde con lo establecido en la Res. Ex. N°650 de 05.07.2022 del Consejo de Monumentos Nacionales.<br>Las charlas abordarán, al menos, los siguientes contenidos:<br>- características generales del patrimonio paleontológico que eventualmente pudiera encontrarse en el área del Proyecto;<br>- reconocimiento básico de posibles fósiles o evidencias paleontológicas;<br>- importancia y protección legal del patrimonio paleontológico;<br>- prohibición de manipular, retirar o alterar eventuales hallazgos;<br>- procedimiento interno de comunicación frente a un posible hallazgo; y<br>- aplicación del Protocolo ante Hallazgos Paleontológicos No Previstos comprometido por el Proyecto.<br>Las charlas se realizarán previo al inicio de las obras, cada vez que se incorpore nuevo personal y mediante refuerzos mensuales durante la fase de construcción, conforme a lo solicitado por el CMN.<br>Justificación: Prevenir la afectación de eventuales bienes paleontológicos durante las actividades de construcción y asegurar que el personal conozca las medidas de protección y el procedimiento de actuación ante un hallazgo paleontológico no previsto. |
| **Lugar, forma y oportunidad de implementación** | Lugar: Área de emplazamiento del Proyecto, considerando especialmente los frentes de trabajo donde se desarrollen actividades de escarpe, excavación, remoción de superficie y/o movimientos de tierra.<br>Forma: Las charlas serán impartidas por un/a profesional asesor/a en Paleontología cuya información curricular sea acorde con la Res. Ex. N°650/2022 del CMN. Se utilizará material gráfico de apoyo y se mantendrá registro de asistencia, contenidos tratados y respaldo fotográfico y/o audiovisual de la actividad.<br>Oportunidad: Las charlas de inducción paleontológica se efectuarán:<br>- Previo al inicio de las obras.<br>- Cada vez que se incorpore nuevo personal a la obra. |

| Compromiso ambiental voluntario – Charlas de inducción paleontológica | |
|---|---|
| | - Mediante refuerzos mensuales durante toda la fase de construcción. |
| **Indicador que acredite su cumplimiento** | Los antecedentes de las charlas de inducción paleontológica serán incorporados a los informes mensuales de monitoreo paleontológico y remitidos al Consejo de Monumentos Nacionales y a la SMA con periodicidad mensual.<br>Cada reporte incluirá, al menos:<br>a) nombre y firma del/de la profesional que realizó la charla de inducción;<br>b) contenidos de la inducción realizada;<br>c) copia del material gráfico presentado a los/as asistentes;<br>d) registro fotográfico y/o audiovisual de la actividad;<br>e) síntesis de comentarios, observaciones y preguntas efectuadas por los/as asistentes; y<br>f) constancia de asistencia, indicando nombre, cargo, RUT y fecha de ingreso a la obra de cada asistente, firmada por cada trabajador/a |
| **Forma de control y seguimiento** | Verificación mensual de la ejecución de las charlas de inducción paleontológica mediante los registros de asistencia, material utilizado, registros fotográficos y/o audiovisuales y demás antecedentes incorporados en el informe mensual de monitoreo paleontológico.<br>Dichos informes serán remitidos mensualmente al Consejo de Monumentos Nacionales y a la SMA, permitiendo acreditar la realización de las inducciones previas al inicio de obras, aquellas asociadas al ingreso de nuevo personal y los respectivos refuerzos mensuales. |

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, se rectifica el compromiso ambiental voluntario actualizando por un esquema de inducción continua y reporte mensual al CMN y a la SMA. La Ficha Resumen se actualiza en el anexo 1 de la Adenda complementaria y se presenta la versión actualizada de este compromiso ambiental voluntario.

**III. Antecedentes que justifiquen la inexistencia de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300**

**3.1. Sobre Riesgo para la Salud de las Personas**

**3.1.1. En cuanto a lo presentado en la respuesta 2.3 de la Adenda, y considerando la rectificación efectuada respecto de la homologación de zonas conforme al D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), mediante la cual los receptores quedan homologados como "Zona Rural", se observa que los niveles máximos permisibles indicados en la Tabla 62 de la Adenda deben ser considerados en la evaluación de cumplimiento normativo.**

**En este contexto, y de acuerdo con las modelaciones de niveles de ruido proyectados para los receptores humanos durante las fases de construcción y operación, presentadas en las Tablas 44, 47 y 50 del Anexo 4.1.1 de la Adenda, el Titular señala que para el receptor R1 se proyecta un nivel de 54 dB(A), frente a un nivel máximo permisible de 55 dB(A).**

**Considerando lo anterior, el Titular deberá considerar un Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV) en los puntos receptores evaluados en los que se haya proyectado un cumplimiento normativo del D.S. N°38/2011 con un margen inferior a ±3 dB(A). Este margen es necesario para incorporar una medida preventiva de seguridad, considerando que el método de cálculo ISO 9613 presenta una precisión con una incertidumbre de ±3 dB(A). El PGRV deberá considerar los receptores que se encuentren dentro de este margen, siendo este el receptor denominado "R1".**

**Para lo anterior, se deberá definir una periodicidad semestral para la fase de construcción extendiéndose hasta el término de esta misma y una periodicidad semestral el primer año de la fase de operación.**

**Para el PGRV, el Titular deberá:**

- **a) Habilitar un registro de quejas y reclamos de la comunidad**
- **b) Identificación de indicadores sobre el cumplimiento de la norma**
- **c) Revisión del PGRV a través de:**
  - **c.1. Monitoreo y revisión de indicadores**
  - **c.2. Revisión gerencial de las medidas**

**<u>Respuesta:</u>**

Se acoge solicitud y en base a aquello, se incorpora un Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV), considerando al receptor R1 como punto receptor sujeto a gestión preventiva debido al margen de cumplimiento obtenido para ruido. Adicionalmente, el Plan de Monitoreo de Vibraciones contempla los receptores R1 y R4, conforme a la evaluación de vibraciones desarrollada en el estudio." y detectar oportunamente eventuales desviaciones respecto de los niveles proyectados.

A continuación, se muestran los planes de monitoreos de ruido y vibraciones para luego responder las letras de las observaciones, de acuerdo con lo solicitado por la autoridad.

Plan de Monitoreo de Ruido

Con el objetivo de evaluar el ruido generado durante las fases de construcción y operación del proyecto, para las fases de construcción y operación, se implementará un plan de monitoreo de ruido, consistente en la medición y evaluación periódica de la norma de emisión D.S. Nº38/2011 MMA, orientada al receptor R1. Lo anterior se realizará durante los horarios de actividad respectivos a cada fase, sin considerar horarios de colación o almuerzo del personal y con el uso habitual de maquinaria ruidosa.

Se proponen las siguientes frecuencias de monitoreo de ruido para cada subfase:

- Construcción: frecuencia semestral, extendiéndose hasta el término de esta fase. Una de las campañas deberá realizarse durante el período identificado como de mayor emisión de rvibraciones de la subfase constructiva.
- Operación: frecuencia semestral durante el primer año de operación de la subfase.

Los monitoreos de ruido serán realizados con instrumental y procedimiento según lo estipulado en el D.S. Nº38/2011 MMA. Con los resultados obtenidos, se elaborará un reporte técnico de acuerdo con el título V artículo 15º letra d) del D.S. N°38/2011 MMA según formato R.E. Nº693/2015 SMA, considerando al menos el siguiente alcance:

- Ficha de información de medición de ruido.
- Ficha de georreferencia de los puntos de medición de ruido.
- Ficha de medición de niveles de ruido.
- Ficha de evaluación de niveles de ruido según la normativa vigente

Los elementos mencionados en los puntos anteriores serán acompañados en un informe técnico según artículo 15º de la R.E. Nº223/2015 SMA, el cual señala los contenidos mínimos de un Informe de Seguimiento Ambiental.

El encargado de gestionar este plan de monitoreo será el Administrador de Obra durante la fase de construcción, mientras que para la fase de operación será el titular. En cualquier caso, las mediciones

serán realizadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) con registro vigente a la fecha de realización del monitoreo. El encargado deberá entregar a la Superintendencia del Medio Ambiente el informe técnico en un plazo de 10 días hábiles desde la fecha de cada monitoreo.

Registro de quejas y reclamos: Los eventuales reclamos de la comunidad asociados a emisiones de ruido serán incorporados al registro de quejas y reclamos establecido en el marco del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV).

Gestión preventiva de vibraciones

Considerando que los niveles de vibración proyectados para los receptores R1 y R4 se encuentran holgadamente por debajo del criterio de referencia utilizado para la evaluación, correspondiente a 72 VdB para viviendas de un piso, no se considera necesario implementar un programa de monitoreo instrumental periódico de vibraciones durante las fases de construcción y operación del proyecto de esta componente.

No obstante, como medida preventiva, se mantendrá un mecanismo de recepción y registro de eventuales quejas y reclamos asociados a vibraciones. En caso de recibirse un reclamo fundado o identificarse modificaciones en las condiciones de operación que puedan incrementar significativamente la generación de vibraciones, se evaluará la realización de mediciones de verificación en el receptor correspondiente.

A continuación, se adjunta un plan de monitoreo de vibración en caso de verificarse lo anterior:

Plan de monitoreo de niveles de vibración

Con el objetivo de verificar la vibración generada durante las fases de construcción y operación del proyecto, se implementará un Plan de Monitoreo de Vibraciones, orientado a los receptores R1 y R4. El monitoreo considerará como referencia técnica la metodología establecida por la Federal Transit Administration (FTA), en ausencia de una normativa nacional específica aplicable a la evaluación de vibraciones.

El monitoreo se realizará durante los horarios de actividad correspondientes a cada subfase, considerando condiciones representativas de operación y el uso habitual de la maquinaria y equipos emisores de vibraciones. Para la fase de construcción, se considerará especialmente la ejecución de actividades correspondientes a los períodos de mayor emisión vibratoria.

- Construcción: frecuencia semestral, extendiéndose hasta el término de esta fase. Una de las campañas deberá realizarse durante el período identificado como de mayor emisión de ruido de la subfase constructiva.
- Operación: frecuencia semestral durante el primer año de operación de la subfase.

Los monitoreos serán realizados mediante instrumental calibrado, aplicando como referencia la metodología establecida por la FTA. Los resultados obtenidos serán evaluados respecto de los criterios de referencia aplicables y serán incorporados en un informe técnico de seguimiento ambiental, conforme a los contenidos establecidos en el artículo 15° de la R.E. N°223/2015 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Las mediciones serán ejecutadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) con registro vigente a la fecha de realización de cada monitoreo.

El responsable de gestionar el Plan de Monitoreo de Vibraciones será el Administrador de Obra durante la fase de construcción, mientras que durante la fase de operación dicha responsabilidad corresponderá al Titular del proyecto.

Los resultados de cada campaña de monitoreo serán documentados mediante un informe técnico de seguimiento ambiental, el cual será remitido a la Superintendencia del Medio Ambiente dentro de un plazo de 10 días hábiles contados desde la fecha de realización de cada monitoreo

Registro de quejas y reclamos: Los eventuales reclamos de la comunidad asociados a emisiones de vibraciones serán incorporados al registro de quejas y reclamos establecido en el marco del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV).

a) Habilitar un registro de quejas y reclamos de la comunidad

Se acoge la observación. En el marco del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones, se habilitará un registro de quejas y reclamos de la comunidad asociados a ruido y vibraciones, durante la implementación de los planes de monitoreo correspondientes a las fases de construcción y operación.

El registro permitirá documentar los eventuales reclamos recibidos, indicando, al menos, la fecha de recepción, descripción del reclamo, ubicación o receptor asociado, cuando corresponda, y las acciones adoptadas para su gestión.

Los antecedentes registrados serán considerados como información complementaria para el seguimiento del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones y serán revisados conjuntamente con los resultados de los monitoreos de ruido y vibraciones.

Durante la fase de construcción, la gestión del registro estará a cargo del Administrador de Obra, mientras que durante la fase de operación será responsabilidad del Titular del proyecto.

b) Identificación de indicadores sobre el cumplimiento de la norma

Se acoge la observación. En el marco del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV), se establecen indicadores asociados a los resultados de los monitoreos de ruido y vibraciones comprometidos para el proyecto.

Para el componente ruido, el indicador de cumplimiento corresponderá al nivel de presión sonora corregido (NPC) obtenido durante cada campaña de monitoreo en el receptor R1, el cual será comparado con el límite máximo permisible establecido en el D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con la fase y período evaluado. El resultado permitirá determinar el cumplimiento o la necesidad de implementar medidas ante la eventual superación del límite normativo.

Respecto del componente vibraciones, se aclara que la implementación del Plan de Monitoreo de Vibraciones se incorpora en atención a lo solicitado por la Autoridad en el marco del presente PGRV. Lo anterior, considerando que la evaluación de vibraciones desarrollada en el estudio ambiental contempló los receptores R1 y R4, correspondientes a viviendas de un piso, para los cuales se utilizó como criterio de evaluación la metodología de la Federal Transit Administration (FTA), estableciéndose un límite de referencia de 72 VdB.

En consecuencia, el indicador de cumplimiento para el componente vibraciones corresponderá al nivel de vibración medido en los receptores evaluados, el cual será comparado con el criterio de referencia de 72 VdB establecido conforme a la metodología FTA. Los resultados permitirán verificar en terreno que los niveles de vibración se mantienen dentro del criterio de referencia utilizado en la evaluación ambiental.

Adicionalmente, se considerará como indicador de gestión el cumplimiento de la periodicidad de las campañas de monitoreo comprometidas, verificando la ejecución de los monitoreos semestrales establecidos para las fases correspondientes.

Los resultados de los indicadores serán incorporados en los respectivos informes técnicos de seguimiento ambiental y serán considerados en la revisión periódica del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones.

c) Revisión del PGRV a través de:

c.1. Monitoreo y revisión de indicadores

Se acoge la observación. La revisión del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV) se realizará a partir de los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo comprometidas y de los indicadores definidos para los componentes de ruido y vibraciones.

Para el componente ruido, se revisarán los resultados obtenidos en el receptor R1, verificando los niveles de presión sonora corregidos y su cumplimiento respecto del límite máximo permisible establecido en el D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con la fase y período evaluado.

Para el componente vibraciones, se revisarán los resultados obtenidos en los receptores evaluados, comparando los niveles medidos con el criterio de referencia de 72 VdB establecido conforme a la metodología de la Federal Transit Administration (FTA). Lo anterior permitirá verificar que los niveles de vibración se mantengan dentro del criterio de referencia utilizado en la evaluación ambiental.

Asimismo, se verificará el cumplimiento de la periodicidad de las campañas de monitoreo establecidas para cada fase y se revisarán los antecedentes contenidos en el registro de quejas y reclamos de la comunidad asociados a ruido y vibraciones.

Los resultados de las campañas de monitoreo de ruido, junto con los antecedentes derivados de la gestión preventiva de vibraciones y del registro de quejas y reclamos, serán considerados en la revisión del PGRV. En caso de identificarse una superación del límite máximo permisible establecido para ruido conforme al D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, o del criterio de referencia de 72 VdB utilizado para la evaluación de vibraciones conforme a la metodología de la Federal Transit Administration (FTA), cuando corresponda, se analizarán sus causas y se evaluará la adopción de medidas adicionales de control y/o gestión, dejando registro de las acciones implementadas.

c.2. Revisión gerencial de las medidas

La revisión gerencial del PGRV será realizada en cada fase del proyecto, considerando los resultados de los monitoreos, los indicadores de cumplimiento, la ejecución de las campañas programadas y los antecedentes registrados en el sistema de quejas y reclamos.

Durante la fase de construcción, esta revisión estará a cargo del Administrador de Obra, mientras que durante la fase de operación corresponderá al Titular del proyecto.

La revisión tendrá por objeto verificar la implementación y efectividad de las acciones y mecanismos de gestión establecidos en el PGRV y determinar, cuando corresponda, la necesidad de implementar acciones adicionales en caso de identificarse una superación del límite máximo permisible establecido para ruido conforme al D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente, o del criterio de referencia utilizado para la evaluación de vibraciones conforme a la metodología de la Federal Transit Administration (FTA).

En caso de verificarse una superación del límite establecido para ruido o del criterio de referencia utilizado para la evaluación de vibraciones, se analizarán sus causas y se evaluará la implementación

de medidas adicionales de control y/o gestión, dejando registro de las acciones adoptadas y de su seguimiento.

En vista de lo anterior se presenta a continuación el compromiso ambiental voluntario asociado al Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV).

**Tabla 25. Compromiso Ambiental Voluntario - Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV).**

| Compromiso Ambiental Voluntario - Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV) | |
|---|---|
| Impacto asociado | Ruido y vibraciones |
| Fase del proyecto a la que aplica | Construcción y operación |
| Objetivo, descripción y justificación | Objetivo: Verificar en terreno que las emisiones de ruido generadas por el Proyecto se mantengan bajo los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N°38/2011 del MMA y que los niveles de vibración se mantengan dentro del criterio de referencia utilizado en la evaluación ambiental, permitiendo además detectar oportunamente eventuales desviaciones respecto de los niveles proyectados.<br>Descripción: El PGRV contempla:<br>- monitoreo de ruido en el receptor R1.<br>- monitoreo de vibraciones en los receptores R1 y R4.<br>- registro y gestión de quejas y reclamos de la comunidad asociados a ruido y vibraciones.<br>- revisión periódica de los indicadores obtenidos en las campañas de monitoreo.<br>- revisión gerencial del PGRV, a partir de los resultados obtenidos y de los antecedentes registrados.<br>Justificación: El receptor R1 corresponde al punto sujeto a gestión preventiva para ruido debido al margen de cumplimiento obtenido en la evaluación acústica. Para vibraciones, los receptores R1 y R4 corresponden a viviendas de un piso evaluadas conforme a la metodología FTA, cuyos niveles proyectados se encuentran por debajo del criterio de referencia de 72 VdB. El PGRV se incorpora con el objeto de verificar en terreno las condiciones evaluadas y gestionar oportunamente eventuales desviaciones. |
| Lugar, forma y oportunidad de implementación | Lugar:<br>- Ruido: receptor R1.<br>- Vibraciones: receptores R1 y R4.<br>Forma:<br>Para ruido, las mediciones serán realizadas mediante instrumental y procedimiento conforme al D.S. N°38/2011 del MMA, durante los horarios de actividad respectivos de cada fase, sin considerar horarios de colación o almuerzo y bajo condiciones habituales de funcionamiento de maquinaria y equipos.<br>Para vibraciones, las mediciones serán realizadas mediante instrumental calibrado, utilizando como referencia la metodología establecida por la Federal Transit Administration (FTA) y el criterio de referencia de 72 VdB considerado en la evaluación ambiental.<br>Las mediciones serán ejecutadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) con registro vigente a la fecha de cada monitoreo, que corresponderá a cada subfase.<br>Oportunidad:<br>- Construcción: frecuencia semestral, extendiéndose hasta el término de esta fase. Una de las campañas deberá realizarse durante el período identificado como de mayor emisión de ruido o vibraciones de la subfase constructiva.<br>- Operación: frecuencia semestral durante el primer año de operación de la subfase.<br>Durante la construcción, la gestión del PGRV estará a cargo del Administrador de Obra, mientras que durante la operación corresponderá al Titular del Proyecto |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV) | |
|---|---|
| Indicador que acredite su cumplimiento | Para ruido, el indicador corresponderá al Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) obtenido durante cada campaña en el receptor R1, el cual deberá ser igual o inferior al límite máximo permisible establecido por el D.S. N°38/2011 del MMA, de acuerdo con la fase y período evaluado.<br>Para vibraciones, el indicador corresponderá al nivel de vibración medido en los receptores R1 y R4, el cual será comparado con el criterio de referencia de 72 VdB, establecido conforme a la metodología FTA.<br>Adicionalmente, se considerarán como indicadores de gestión:<br>- Cumplimiento de las frecuencias de monitoreo comprometidas para cada componente.<br>- Existencia y actualización del registro de quejas y reclamos asociados a ruido y vibraciones.<br>- Elaboración de los respectivos informes técnicos de seguimiento.<br>- Registro de las acciones adoptadas en caso de detectarse una superación o desviación.<br>Los indicadores definidos para ruido y vibraciones se encuentran establecidos expresamente en la respuesta complementaria<br>En caso de no cumplir los limites normativos se tomarán medidas para reducir las emisiones y cumplir con los límites.<br>Por otra parte, ante la eventualidad de nuevos receptores por la cantidad de años de separación de la construcción de cada una de las subfases, se podrá incorporar nuevos receptores para garantizar su correcto funcionamiento y que el funcionamiento de la planta afecte a eventuales nuevos receptores. |
| Forma de control y seguimiento | Los resultados de los monitoreos serán incorporados en los respectivos informes técnicos de seguimiento ambiental.<br>Para ruido, se elaborará un reporte técnico de acuerdo con el Título V, artículo 15 letra d) del D.S. N°38/2011 del MMA, utilizando el formato establecido en la R.E. N°693/2015 de la SMA. Dicho reporte será acompañado por un informe técnico conforme a los contenidos mínimos señalados en el artículo 15 de la R.E. N°223/2015 de la SMA.<br>Para vibraciones, los resultados serán evaluados respecto del criterio de referencia establecido conforme a la metodología FTA y serán incorporados en un informe técnico de seguimiento ambiental conforme a los contenidos de la R.E. N°223/2015 de la SMA.<br>Los respectivos informes serán remitidos a la Superintendencia del Medio Ambiente dentro de un plazo de 10 días hábiles desde la fecha de realización de cada monitoreo.<br>Adicionalmente, se mantendrá un registro de quejas y reclamos de la comunidad, indicando al menos fecha de recepción, descripción del reclamo, ubicación o receptor asociado cuando corresponda y las acciones adoptadas para su gestión.<br>Los resultados de las campañas, los indicadores de cumplimiento y los antecedentes del registro de quejas y reclamos serán considerados en la revisión periódica y gerencial del PGRV.<br>En caso de verificarse una superación del límite máximo permisible para ruido conforme al D.S. N°38/2011 del MMA o del criterio de referencia utilizado para vibraciones, se analizarán las causas y se evaluará la implementación de medidas adicionales de control y/o gestión, dejando registro de las acciones adoptadas y de su seguimiento. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Respuesta a la observación 3.1.1 de la Adenda Complementaria; Informe de Ruido y Vibraciones, Anexo 4.1 de la Adenda. |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Sobre Recursos Naturales

#### 3.2.1 Sobre cauce receptor y biota

**Se reiteran las observaciones del ICSARA relacionadas a los numerales 4.5 c), 4.7.4, 4.10.1, 4.10.2, 4.11.1 y los Anexos 4.7 "Modelación Cauce Receptor" y 4.8.2 "Estudio de Medio Biótico – Limnología", lo anterior se fundamenta, en los siguientes antecedentes:**

a) **Bajo el escenario de estiaje con cambio climático se estima un caudal del río Arenas de 0,024 m³/s, inferior al caudal máximo horario de descarga de la PTAS de 0,04133 m³/s, por lo que el efluente tratado podría constituir la fracción mayoritaria del caudal circulante aguas abajo del punto de descarga. Entonces se reitera que en relación al documento "Anexo 4. Componentes ambientales, Anexo 4.8. Modelación de dispersión cauce receptor", y en virtud del contenido del "Criterio de Evaluación en el SEIA: Alcances y principios metodológicos para la evaluación de impactos ambientales" (SEA, 2023), se deberá analizar la generación o presencia de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300, considerando la situación planteada.**
b) **La presencia de fauna íctica nativa en categoría de conservación de acuerdo con los resultados presentados en el Anexo 4.8.2 "Estudio de Medio Biótico – Limnología", así como la presencia de comunidades de macroinvertebrados bentónicos utilizadas como bioindicadores de la calidad ambiental del río Arenas.**
c) **El balance de masa presentado en la Sección 7.5 del Anexo 4.7.1, para el escenario de estiaje proyecta incrementos respecto de la condición basal y rangos históricos del río para nitrógeno total, fósforo total, DBO5, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales. Particularmente, para nitrógeno total, la Figura 7-3 presenta concentraciones máximas diferenciadas entre invierno y estiaje, y posteriormente proyecta mediante regresión lineal una distancia de aprox. 2.040 m para alcanzar el límite máximo histórico de 1,8 mg/L. Sin embargo, no se identifica claramente cuál de los escenarios modelados sustenta dicha regresión y la consecuente delimitación del área de influencia, aspecto especialmente relevante considerando que el escenario de estiaje corresponde a la condición más desfavorable para la capacidad de dilución del cuerpo receptor. Cabe destacar, que la representación gráfica contenida en las Figuras 7-3, 7-4 y 7-6 no permite verificar claramente la**

**extrapolación señalada y tampoco identificar de manera inequívoca el escenario utilizado para estimar las respectivas distancias de recuperación.**

**d) El Titular caracteriza el cuerpo receptor en una condición eutrófica a hipereutrófica y reconoce incrementos de nitrógeno y fósforo aguas abajo de la descarga, considerando que la modelación establece que determinados parámetros requieren distancias de hasta aprox. 2.040 m aguas abajo para alcanzar las concentraciones históricas del cuerpo receptor.**

**e) Los antecedentes limnológicos (Anexo 4.8.2), evidencian diferencias relevantes entre campañas en la condición biológica del río Arenas. En primavera de 2023, el índice ChIBF clasificó las estaciones E-1 y E-3 como "Muy bueno, no perturbado", y E-2 como "Regular, perturbado"; mientras que en otoño de 2026 la mayoría de las estaciones fueron clasificadas entre "Malo, muy perturbado" y "Muy malo, fuertemente perturbado", registrándose únicamente E-3 como "Bueno, moderadamente perturbado". Estos resultados no resultan consistentes con la conclusión del Estudio señalando que el sistema mantendría condiciones ambientales funcionales y relativamente estables.**

**f) Para el análisis de los efectos sobre el cuerpo receptor, el Titular utiliza como referencia la NCh 1333.Of78 Mod.1987, la cual no es aplicable para descartar la generación de efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables para el río Arenas.**

**Conforme al artículo 6 del RSEIA, para evaluar dichos efectos deberá considerarse la superación o variación significativa de las concentraciones respecto de normas secundarias de calidad ambiental y, a falta de éstas, utilizar como referencia las normas vigentes de los Estados señalados en el artículo 11 del Reglamento, sin perjuicio de considerar adicionalmente la condición basal y los atributos ecológicos propios del cuerpo receptor.**

**g) El uso de límites de detección altos para fósforo y nitrógeno total no permiten definir la condición trófica del río, de acuerdo con los valores definidos por Smith et al., 1999, incluidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en aguas continentales y marinas (MMA, 2017), limitando la capacidad de establecer una condición basal suficientemente precisa contra la cual evaluar los cambios producidos por la descarga.**

**h) El río Arenas corresponde a un ecosistema acuático continental de carácter permanente y presenta condiciones hidrológicas asociadas a ambientes de humedal, constituyendo el régimen hidrológico, uno de los criterios considerados para la**

**identificación y caracterización de estos ecosistemas conforme a la "Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA" (SEA, 2023).**

**i) Respecto al escurrimiento en el río Arenas, el Titular concluye que el cauce mantendría escurrimiento, bajo eventos extremos de cambio climático debido a que el caudal estimado para febrero alcanza 0,024 m³/s. Sin embargo, dicho resultado no permite por sí solo descartar la ocurrencia de períodos con caudales inferiores o cercanos a cero durante la vida útil del Proyecto, particularmente considerando las incertidumbres asociadas a la estimación hidrológica y a las proyecciones de cambio climático. Esta condición resulta relevante, toda vez que una disminución adicional del caudal natural reduciría progresivamente la capacidad de dilución del cuerpo receptor y, ante un eventual caudal nulo, el escurrimiento aguas abajo del punto de descarga estaría constituido esencialmente por el efluente de la PTAS, modificando las condiciones señaladas en la evaluación de la calidad del agua, estado trófico y hábitat acuático.**

**Se concluye que, en consideración a los antecedentes expuestos, no resulta posible descartar fundadamente la generación de efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables del río Arenas y sus comunidades acuáticas, en los términos del artículo 6 del RSEIA.**

**En caso de descartarse fundadamente los efectos del artículo 6 del RSEIA, deberá presentar un seguimiento ambiental del cuerpo receptor que permita verificar durante la operación del proyecto, que las variables fisicoquímicas y biológicas se mantienen dentro de las condiciones consideradas para sustentar dicho descarte, estableciendo parámetros, estaciones de control, frecuencia, duración, indicadores, umbrales de alerta y acciones a implementar ante desviaciones.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. En atención a los antecedentes señalados por la Autoridad y a las materias reiteradas de las observaciones en comento, el Titular complementa el análisis de los potenciales efectos sobre el río Arenas y sus comunidades acuáticas, particularmente respecto de lo establecido en el artículo 6 del D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

Al respecto, se precisa que el análisis contenido en la presente Adenda Complementaria no se sustenta únicamente en el cumplimiento de la norma de emisión aplicable al efluente, en la capacidad de dilución del río Arenas ni en la comparación con la NCh 1.333, sino que integra conjuntamente: las condiciones hidrológicas desfavorables asociadas al estiaje y cambio climático; la calidad basal y

variabilidad histórica del río; la modelación espacial de la descarga; el estado trófico; la caracterización limnológica; la presencia de especies ícticas nativas y macroinvertebrados bentónicos; y el seguimiento ambiental propuesto para la fase de operación.

A continuación, se presenta análisis para cada uno de los puntos planteados por la autoridad.

a) **Bajo el escenario de estiaje con cambio climático se estima un caudal del río Arenas de 0,024 m³/s, inferior al caudal máximo horario de descarga de la PTAS de 0,04133 m³/s, por lo que el efluente tratado podría constituir la fracción mayoritaria del caudal circulante aguas abajo del punto de descarga. Entonces se reitera que en relación al documento "Anexo 4. Componentes ambientales, Anexo 4.8. Modelación de dispersión cauce receptor", y en virtud del contenido del "Criterio de Evaluación en el SEIA: Alcances y principios metodológicos para la evaluación de impactos ambientales" (SEA, 2023), se deberá analizar la generación o presencia de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300, considerando la situación planteada.**

En atención a lo solicitado, se complementa el análisis presentado anteriormente incorporando la evaluación de los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley N.º 19.300, con especial énfasis en su literal b), relativo a la generación de efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables.

Para estos efectos, se considera como escenario crítico de evaluación la condición de estiaje afectada por cambio climático, correspondiente a un caudal del río Arenas de 0,024 m³/s, conjuntamente con el caudal máximo horario de descarga de la PTAS de 0,04133 m³/s. Dicho escenario corresponde a la condición más desfavorable y extrema evaluada en el estudio, considerando simultáneamente una condición reducida de caudal en el cuerpo receptor y el caudal máximo horario proyectado de la planta.

Bajo esta condición, el caudal total inmediatamente aguas abajo de la descarga alcanza aproximadamente 0,06533 m³/s, de manera que el efluente tratado representa aproximadamente un 63,3 % del caudal circulante, mientras que el aporte del río Arenas representa aproximadamente un 36,7 %. En consecuencia, se reconoce que, bajo este escenario conservador y extremo, la descarga de la PTAS constituye la fracción mayoritaria del flujo inmediatamente aguas abajo del punto de restitución.

Evaluación del efecto sobre la calidad del recurso hídrico

Los resultados obtenidos muestran que la incorporación del efluente produce una modificación de las concentraciones de determinados parámetros respecto de la condición basal del río Arenas, particularmente bajo el escenario de estiaje. Por lo tanto, para efectos de la evaluación ambiental, no se plantea la inexistencia de una modificación del recurso hídrico, sino que se evalúa si la magnitud, extensión y características de dicha modificación permiten configurar un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad del recurso natural renovable agua.

En relación con la magnitud, aun cuando la participación del efluente en el caudal circulante es elevada durante el escenario crítico, las concentraciones resultantes del balance de masa permiten mantener condiciones compatibles con los criterios de calidad considerados para el cuerpo receptor. En particular, para el escenario de estiaje afectado por cambio climático se obtienen concentraciones de 654,1 NMP/100 mL de coliformes fecales, 7,3 mg/L de oxígeno disuelto, pH 7,7, temperatura de 24,0 °C y conductividad de 566,4 µS/cm en el balance de masa, valores que se mantienen dentro de los valores de referencia considerados en el estudio a partir de la NCh 1333/78 para los usos evaluados.

Resulta especialmente relevante el comportamiento del oxígeno disuelto, atendido su vínculo con las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida acuática. La modelación determina que, bajo la condición de estiaje, la concentración disminuye desde la condición basal hasta aproximadamente 7,27 mg/L en el sector de descarga, manteniéndose en todo momento por sobre los 5 mg/L utilizados como referencia en el estudio.

Respecto de la extensión espacial del efecto, la modelación permite verificar que el incremento de las concentraciones respecto de la condición basal se atenúa progresivamente aguas abajo de la descarga. Para coliformes fecales, en estiaje se obtiene una concentración máxima del orden de 612 NMP/100 mL, retornándose al máximo histórico considerado para la línea base aproximadamente a 425 m aguas abajo.

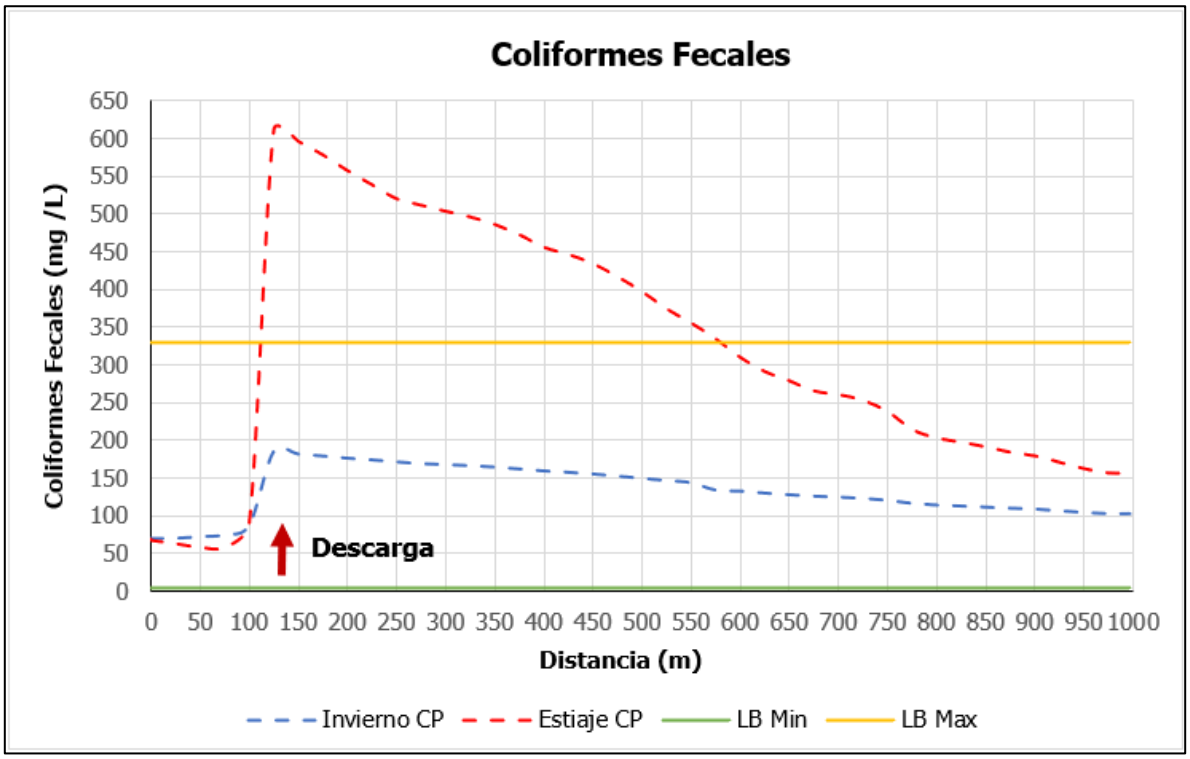



**Figura 4. Distribución de Concentraciones de Coliformes fecales.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

Para los sólidos suspendidos totales (SST), el escenario de estiaje presenta una concentración máxima aproximada de 47,5 mg/L en el sector de descarga, superior al máximo histórico considerado para la línea base de 8 mg/L. No obstante, la concentración disminuye progresivamente aguas abajo, alcanzando nuevamente dicho valor aproximadamente a 625 m de la descarga.

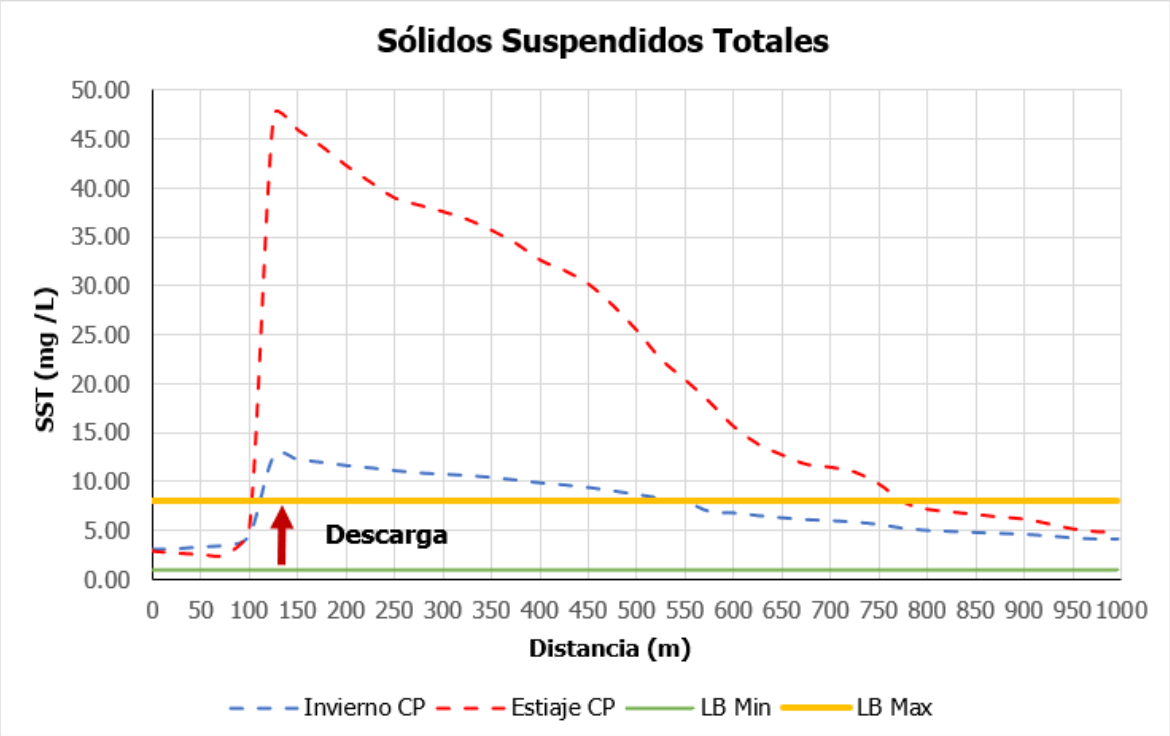



**Figura 5. Distribución de Concentraciones de Solidos suspendidos totales.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

Asimismo, para fósforo total se obtiene en estiaje una concentración máxima aproximada de 0,71 mg/L, superior al máximo histórico de 0,50 mg/L considerado en el estudio. De acuerdo con la proyección efectuada, la concentración retorna a dicho valor aproximadamente a 1.920 m aguas abajo de la descarga. Para el Nitrógeno Total, se alcanza una concentración máxima aproximada de 6,2 mg/L en periodo de estiaje, superior al máximo histórico, sin embargo la concentración de nitrógeno total disminuye hasta alcanzar los valores históricos a los 2.040 m aguas abajo de la descarga. Este parámetro corresponde a aquel que presenta la mayor extensión espacial de la modificación identificada.

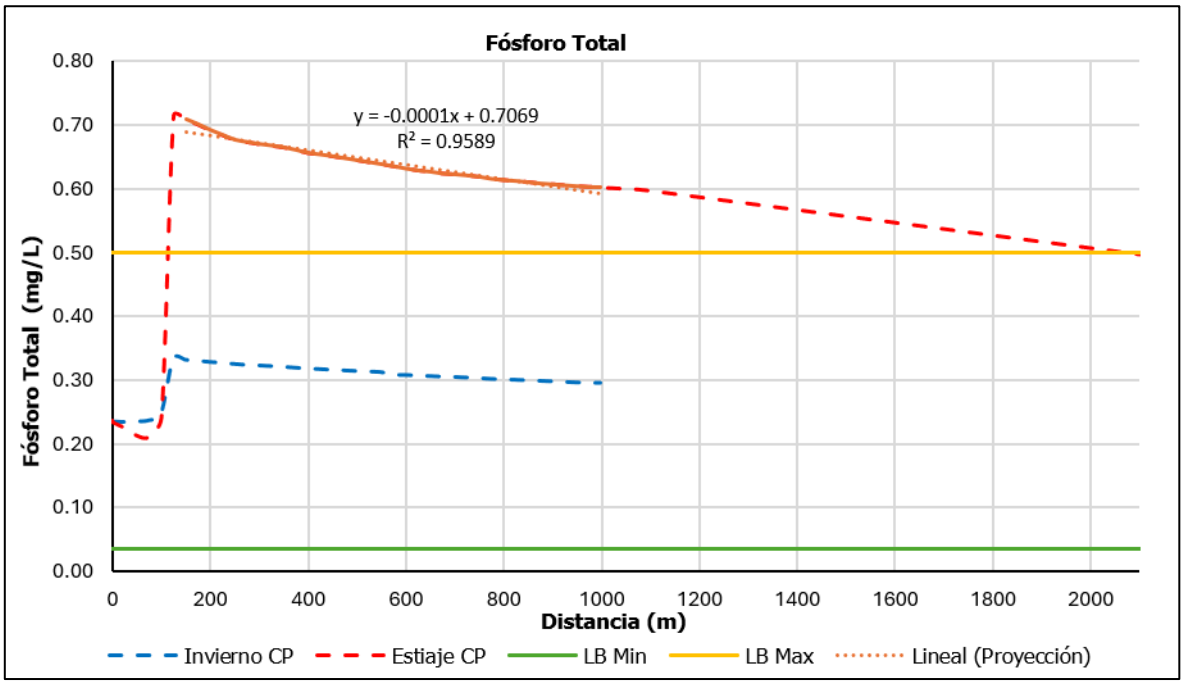



**Figura 6. Distribución de Concentraciones de Fosforo total.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

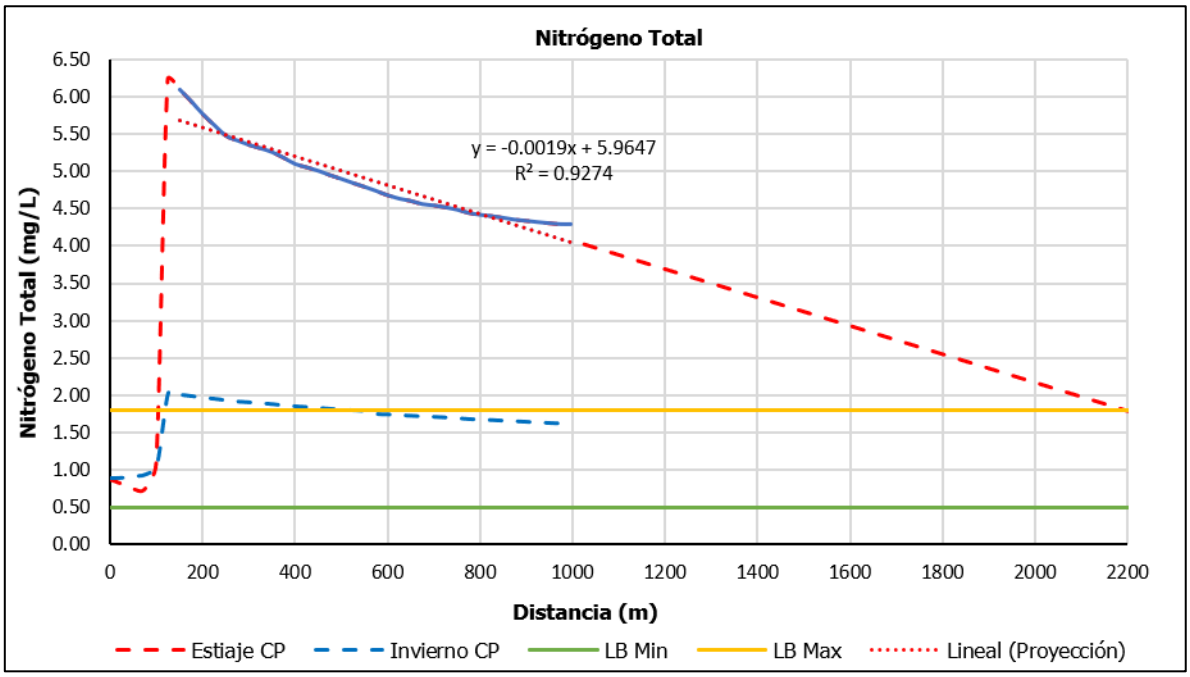



**Figura 7. Distribución de Concentraciones de Nitrógeno total.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4. de la Adenda complementaria.

Por consiguiente, los resultados muestran que existe una modificación espacialmente acotada de determinados parámetros de calidad de agua respecto de las condiciones basales, cuya intensidad disminuye progresivamente aguas abajo.

Con respecto a los Análisis de significancia, de acuerdo con los antecedentes precedentes, la evaluación del escenario más desfavorable permite establecer que la elevada proporción del efluente respecto del caudal natural del río no implica la generación de un efecto adverso significativo, siendo necesario evaluar las consecuencias que dicha condición genera sobre la calidad y funcionalidad del recurso hídrico.

En este sentido, la modelación muestra que:

- Se mantiene una concentración de oxígeno disuelto compatible con el valor de referencia considerado para la protección de la vida acuática.
- Los parámetros utilizados para evaluar los usos del cuerpo receptor se mantienen dentro de los valores de referencia considerados en el estudio.
- Las mayores modificaciones respecto de la línea base se presentan principalmente para nitrógeno total, fósforo total y DBO5.
- Dichas modificaciones presentan una extensión espacial determinada y disminuyen progresivamente aguas abajo.
- El escenario analizado combina una condición hidrológica desfavorable asociada al estiaje y cambio climático con el caudal máximo horario proyectado de la PTAS, constituyendo una condición conservadora y extrema para la evaluación.

Adicionalmente, el estudio hidráulico determina velocidades promedio del orden de 0,24 m/s durante el estiaje, señalándose que las condiciones hidráulicas permiten generar y mantener la mezcla del efluente tratado con las aguas del río Arenas.

En consecuencia, aun cuando bajo el escenario crítico el efluente tratado constituye aproximadamente el 63,3 % del caudal circulante inmediatamente aguas abajo de la descarga y se identifican modificaciones respecto de la condición basal para determinados parámetros, los antecedentes obtenidos permiten fundamentar que estas modificaciones no implican, sobre la base de los indicadores evaluados en el estudio, una pérdida de la aptitud del recurso para los usos analizados ni un deterioro de las condiciones de oxigenación evaluadas para el cuerpo receptor.

Por lo anterior, y considerando conjuntamente la magnitud, extensión espacial y comportamiento de las modificaciones modeladas, se concluye que la descarga proyectada no configura un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad del recurso natural renovable agua, en los términos del artículo 11 letra b) de la Ley N.º 19.300, en relación con el artículo 6 del Reglamento del SEIA.

**b) La presencia de fauna íctica nativa en categoría de conservación de acuerdo con los resultados presentados en el Anexo 4.8.2 "Estudio de Medio Biótico – Limnología", así como la presencia de comunidades de macroinvertebrados bentónicos utilizadas como bioindicadores de la calidad ambiental del río Arenas.**

Los antecedentes obtenidos durante las campañas de caracterización limnológica permiten establecer que el río Arenas presenta una comunidad acuática compuesta por fauna íctica nativa e introducida y comunidades de macroinvertebrados bentónicos, cuya composición y condición presentan variabilidad entre las distintas campañas efectuadas.

Respecto de la fauna íctica, durante las campañas previas se registraron las especies nativas *Galaxias maculatus*, clasificada en categoría de Preocupación Menor (LC), y *Trichomycterus areolatus*, clasificada como Vulnerable (VU), además de la especie introducida *Oncorhynchus mykiss*. En particular, T. areolatus fue registrado en estaciones ubicadas aguas arriba, en el sector de la descarga y aguas abajo de ésta, evidenciando la utilización del tramo del río caracterizado por el estudio.

En relación con los macroinvertebrados bentónicos, durante invierno de 2023 se registraron 13 taxa, incluyendo representantes de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, mientras que durante primavera de 2023 se registraron tres taxa correspondientes a Ephemeroptera, Plecoptera y Diptera. En ambas campañas se registraron representantes de Plecoptera, particularmente de la familia Gripopterygidae, grupo que presentó las mayores abundancias y que se encuentra asociado a condiciones favorables de calidad de agua.

Los resultados obtenidos en la estación E-2, emplazada en el sector de la descarga proyectada, evidenciaron además la presencia de fauna íctica y macroinvertebrados bentónicos, confirmando que dicho sector constituye parte del hábitat utilizado por la biota acuática del Río Arenas.

La caracterización fue posteriormente complementada con antecedentes correspondientes a 2024 y 2026. En particular, la campaña desarrollada el 23 de octubre de 2024 estuvo orientada específicamente a complementar la caracterización de la calidad de agua, por lo que sus antecedentes aportan principalmente a la comprensión de la variabilidad fisicoquímica del cauce. Durante dicha campaña se registraron, entre otros antecedentes, valores de conductividad superiores a los observados en 2023, con un máximo de 123 µS/cm en la estación E-2, manteniéndose no obstante dentro de condiciones descritas para sistemas fluviales de baja mineralización.

Asimismo, se efectuó una campaña adicional en otoño de 2026, incorporada precisamente como una temporada contrastante respecto de las campañas de invierno y primavera de 2023, con el objeto de mejorar la representatividad temporal de la línea de base y complementar la información sobre fauna acuática, macroinvertebrados bentónicos, calidad de agua y características del hábitat fluvial. De

acuerdo con los antecedentes presentados en la Adenda, en esta campaña no se registró ictiofauna en las estaciones prospectadas, circunstancia que debe ser interpretada conjuntamente con los registros obtenidos en las campañas anteriores y no como ausencia permanente de las especies previamente identificadas en el sistema. La caracterización actualizada considera, por tanto, campañas de invierno 2023, primavera 2023, primavera 2024 y otoño 2026.

Respecto de los macroinvertebrados bentónicos, los índices bióticos también evidencian variabilidad temporal en la condición ecológica del cauce. Mientras que durante invierno y primavera de 2023 la mayoría de las estaciones fueron clasificadas mediante el índice ChIBF, en este sentido la campaña de otoño de 2026 presentó una condición diferenciada entre estaciones, en el caso de las estaciones E-2 y E-4 fueron clasificadas en Clase IV, correspondiente a "Malo, muy perturbado"; E-1, E-5, E-6, E-7 y E-8 presentaron valores correspondientes a "Muy malo, fuertemente perturbado"; mientras que E-3 fue clasificada como "Bueno, moderadamente perturbado". Por su parte, el índice EPT clasificó las ocho estaciones en Clase 4.

Los resultados anteriores evidencian una variación de la condición indicada por los índices biológicos entre las campañas de 2023 y 2026, por lo que se precisa que la expresión referida a condiciones ambientales "funcionales y relativamente estables" no debe interpretarse como una ausencia de variabilidad temporal o espacial en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. En este sentido, los nuevos antecedentes permiten caracterizar el sistema como un cuerpo receptor que presenta variabilidad en su condición biológica entre periodos de muestreo.

Esta variación entre campañas no es atribuible al Proyecto, toda vez que la PTAS no se encuentra construida ni en operación, y corresponde a la variabilidad propia del cuerpo receptor. La respuesta de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se encuentra condicionada por múltiples factores ambientales, entre ellos el régimen hidrológico, caudal, velocidad de escurrimiento, características y disponibilidad de sustratos, condiciones fisicoquímicas del agua, disponibilidad de hábitat y composición de la comunidad al momento del muestreo.

Adicionalmente, la comparación entre campañas debe considerar que el esfuerzo y cobertura espacial no fueron equivalentes, dado que durante el invierno de 2023 se evaluaron cuatro estaciones, durante la primavera de 2023 tres estaciones y durante otoño de 2026 ocho estaciones. Por consiguiente, las categorías obtenidas por los índices deben analizarse considerando las condiciones particulares de cada campaña y la configuración espacial correspondiente.

Asimismo, resulta relevante señalar que la clasificación obtenida mediante los índices biológicos no constituye, por sí sola, una caracterización integral de la calidad ambiental del cuerpo receptor. En particular, durante otoño de 2026 se registró una comunidad compuesta por 15 taxa, incluyendo

representantes de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, además de otros grupos de macroinvertebrados. Por lo tanto, los resultados de ChIBF y EPT se interpretan conjuntamente con la composición y estructura de la comunidad bentónica, los antecedentes fisicoquímicos y las condiciones hidrológicas registradas en cada campaña.

A partir de la integración de estos antecedentes, se concluye que el Río Arenas presenta una calidad ambiental variable temporalmente, junto con atributos ecológicos relevantes que deben ser considerados en la evaluación del Proyecto. Entre éstos destacan la presencia comprobada de fauna íctica nativa, incluyendo *Trichomycterus areolatus* en categoría Vulnerable (VU), la presencia de *Galaxias maculatus*, y el desarrollo de comunidades de macroinvertebrados bentónicos utilizadas como bioindicadores de la condición ecológica del cauce. La caracterización demuestra, por tanto, que el Río Arenas constituye un hábitat efectivo para biota acuática y que presenta variaciones naturales en su estructura comunitaria y condición ambiental entre períodos de muestreo. La Ficha Resumen reconoce expresamente la presencia de G. maculatus y T. areolatus, clasificadas como LC y VU, respectivamente.

Precisamente en consideración a la presencia de estos componentes bióticos, a la existencia de una especie nativa en categoría Vulnerable y a la variabilidad temporal observada en los indicadores biológicos, el Proyecto incorpora un Plan de Seguimiento del Río Arenas que integra la evaluación de calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y caracterización del hábitat fluvial, articulado con el seguimiento comprometido en el marco del PAS 119.

El seguimiento considera estaciones ubicadas aguas arriba, en el sector de la descarga y aguas abajo, cubriendo el tramo caracterizado del Río Arenas, y contempla campañas semestrales bajo condiciones hidrológicas contrastantes de alto y bajo caudal durante un período de tres años. De esta manera, será posible contrastar los resultados obtenidos durante la operación del Proyecto con la variabilidad previamente registrada en la línea de base y verificar la evolución de la calidad ambiental del cuerpo receptor y de sus comunidades hidrobiológicas. A continuación, se presenta el Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales.

**Tabla 26. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas. | |
|---|---|
| **Fase del proyecto o actividad** | Fase de operación |
| **Componente ambiental** | Recurso hídrico superficial y componente limnológico, incluyendo calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y hábitat fluvial. |
| **Impacto ambiental asociado** | No aplica; el seguimiento tiene por objeto verificar durante la operación la mantención de las condiciones de calidad de agua y ecológicas del río Arenas consideradas durante la evaluación ambiental. |
| **Medida asociada** | Monitoreo de la calidad de agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas aguas arriba y aguas abajo de la descarga de la PTAS. |

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td>Ubicación puntos de control</td><td>El seguimiento se efectuará en las ocho estaciones de muestreo consideradas en la caracterización limnológica actualizada, manteniendo estaciones aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, cubriendo la totalidad del tramo evaluado.<br>La caracterización actualizada abarca desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, mientras que la modelación determinó una extensión de influencia máxima de aproximadamente 2.040 m aguas abajo, correspondiente al nitrógeno total.
<table>
<tr><th>Estación</th><th>Ubicación respecto de la descarga</th></tr>
<tr><td>E-1</td><td>100 m aguas arriba de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-2</td><td>Sector de descarga</td></tr>
<tr><td>E-3</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-4</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-5</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-6</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-7</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-8</td><td>Estación más alejada aguas abajo, cubriendo el tramo hasta 2.150 m</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Parámetros para monitorear</td><td>a) Componente limnológico<br>Se realizará el seguimiento de:<ul><li>Ictiofauna: presencia/ausencia, composición, riqueza y abundancia de especies.</li><li>Seguimiento particular de las especies nativas previamente registradas, entre ellas Galaxias maculatus y Trichomycterus areolatus, además del registro de otras especies presentes. Considerando la no presencia en la campaña de limnología del 2026.</li><li>Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia y evaluación de los indicadores biológicos utilizados en la caracterización basal.</li></ul>b) Calidad de agua<br>Se mantendrá el siguiente set de parámetros en todas las campañas, permitiendo comparaciones entre estaciones, temporadas y años:
<table>
<tr><th>Parámetro</th><th>Tipo de medición</th><th>Unidad</th></tr>
<tr><td>pH</td><td>In situ</td><td>unidad de pH</td></tr>
<tr><td>Oxígeno disuelto</td><td>In situ</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>In situ</td><td>°C</td></tr>
<tr><td>Conductividad eléctrica</td><td>In situ</td><td>µS/cm</td></tr>
<tr><td>Caudal</td><td>Terreno</td><td>m³/s</td></tr>
<tr><td>DBO₅</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Sólidos Suspendidos Totales</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno Total</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Fósforo Total</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Coliformes Fecales</td><td>Laboratorio</td><td>NMP/100 mL</td></tr>
<tr><td>Color</td><td>Laboratorio</td><td>Pt-Co</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td>Los resultados no se evaluarán únicamente respecto de un valor normativo aislado, sino mediante un análisis integrado del cuerpo receptor, considerando:</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>
6. La comparación entre la estación de control aguas arriba y las estaciones ubicadas aguas abajo en una misma campaña.<br>
7. La comparación con la información histórica obtenida durante las campañas de línea base y caracterización complementaria.<br>
8. Para las variables pertinentes a vida acuática, los valores de referencia de la NCh 1.333 Of.78 Mod. 1987, conforme al criterio utilizado durante la evaluación.<br>
9. Para Color, pH y Coliformes Fecales, los valores establecidos en el D.S. N°143/2008, atendidos los usos con contacto directo identificados en el río Arenas.<br>
10. Para nitrógeno total y fósforo total, el análisis de su evolución respecto de la condición trófica basal caracterizada en el expediente.<br>
Indicadores que acreditan su cumplimiento<br>
Se considerarán como medios de verificación del Plan:<br>
- Aviso a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos con una anticipación mínima de 7 días hábiles previo a las actividades de terreno que correspondan al PAS 119.<br>
- Registros de terreno y cadenas de custodia.<br>
- Certificados de calibración de los equipos utilizados.<br>
- Informes de laboratorio.<br>
- Resultados de calidad de agua por estación.<br>
- Registros de ictiofauna y macroinvertebrados.<br>
- Fichas de caracterización de hábitat.<br>
- Registros fotográficos y georreferenciados.<br>
- Análisis comparativo entre estación aguas arriba y estaciones aguas abajo.<br>
- Análisis temporal respecto de las campañas de línea base.<br>
- Informes de seguimiento remitidos a las autoridades correspondientes.<br>
Umbrales de alerta<br>
Se considerará una condición de alerta cuando se identifique:<br>
- Incumplimiento de alguno de los valores de referencia aplicables a Color, pH o Coliformes Fecales del D.S. N°143/2008 en estaciones aguas abajo, cuando dicha condición no se observe simultáneamente aguas arriba.<br>
- Deterioro de las condiciones de calidad para vida acuática respecto de los valores de referencia utilizados durante la evaluación.<br>
- Aumento aguas abajo de nitrógeno total, fósforo total, $DBO_5$, SST o coliformes fecales respecto de la estación aguas arriba, cuando el comportamiento se aparte de la variabilidad histórica del río.<br>
- Disminución relevante del oxígeno disuelto respecto de la condición aguas arriba y basal.<br>
- Cambios relevantes en riqueza, abundancia o composición de ictiofauna o macroinvertebrados respecto de la condición basal que coincidan espacialmente con alteraciones de la calidad de agua.<br>
Ante una condición de alerta se realizará una revisión integrada de los resultados del cuerpo receptor y de los registros operacionales y de calidad del efluente de la PTAS, con el objeto de determinar su posible origen y definir, cuando corresponda, acciones de verificación o medidas correctivas.
</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia del plan de seguimiento</td><td>
Se realizará un monitoreo por cada subfase de operación (4) durante 1 año desde el inicio de la operación de cada una de ellas. En cada monitoreo, se realizará el muestreo de las 8 estaciones indicadas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8) que fueron caracterizadas en el estudio de Línea Base. Esto entendiendo que al término de cada subfase de construcción es cuando se encontrará activa la descarga, la que potencialmente pueda generar efectos sobre el Río Arenas pudiendo afectar su comunidad íctica.<br>
A continuación, se presenta el cronograma con las actividades definidas para el monitoreo en el Río Arenas.
<table>
<tr><th>Actividad</th><th>Monitoreo Subfase de operación 1</th></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 |
|---|---|---|---|
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |
| **Actividad** | **Monitoreo Subfase de operación 2** | | |
| | **Mes 1** | **Mes 2** | **Mes 3** |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |
| **Actividad** | **Monitoreo Subfase de operación 3** | | |
| | **Mes 1** | **Mes 2** | **Mes 3** |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |
| **Actividad** | **Monitoreo Subfase de operación 4** | | |
| | **Mes 1** | **Mes 2** | **Mes 3** |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Análisis y procesamiento de datos | | | | |
| Elaboración de informe | | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | | |

Se elaborará un informe por cada campaña, el cual será remitido a la SMA de haber obtenido los resultados del monitoreo y se elaborará en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones:

- Resumen
- Introducción
- Objetivos
- Materiales y métodos
- Resultados (catastro visual)
- Discusiones
- Referencias
- Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)

Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos en los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la siguiente tabla.

| **Nombre del Punto de Muestreo** | | | **Coordenadas UTM (m) Datum WGS84** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Norte | Este | |
| | | | **Resultado** | | |
| Parámetros | Valor Basal | Unidad de Medida | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) |
| | | | | | |

El informe además dará cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

| | |
|---|---|
| **Método o procedimiento de medición** | Para el componente limnológico, los muestreos se efectuarán utilizando metodologías consistentes con las empleadas en la caracterización y con la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile", FIPA N°2016-46, en concordancia con los antecedentes técnicos aplicables al PAS 119.<br>Para calidad de agua:<br>- pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se medirán in situ mediante equipo multiparamétrico debidamente calibrado;<br>- el caudal será determinado en terreno mediante metodología apropiada a las características hidráulicas de la estación;<br>- los restantes parámetros serán determinados mediante análisis de laboratorio;<br>- las muestras de laboratorio serán obtenidas, preservadas y transportadas conforme a los procedimientos técnicos correspondientes;<br>- los análisis serán efectuados por una ETFA autorizada, utilizando metodologías normalizadas;<br>- - los límites de detección y cuantificación deberán ser suficientemente bajos para caracterizar adecuadamente la calidad del río y permitir la comparación con las condiciones de línea base y valores de referencia aplicables. |
| **Plazo o frecuencia de informe** | Se elaborará un Informe de Seguimiento por cada campaña, integrando en un mismo documento los resultados de calidad de agua y limnología. |

| Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas. | |
|---|---|
| | Los resultados serán reportados mediante SNIFA a la SMA y, respecto del seguimiento asociado al PAS 119, serán remitidos además a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos. |

Fuente: Elaboración propia.

c) **El balance de masa presentado en la Sección 7.5 del Anexo 4.7.1, para el escenario de estiaje proyecta incrementos respecto de la condición basal y rangos históricos del río para nitrógeno total, fósforo total, DBO5, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales. Particularmente, para nitrógeno total, la Figura 7-3 presenta concentraciones máximas diferenciadas entre invierno y estiaje, y posteriormente proyecta mediante regresión lineal una distancia de aprox. 2.040 m para alcanzar el límite máximo histórico de 1,8 mg/L. Sin embargo, no se identifica claramente cuál de los escenarios modelados sustenta dicha regresión y la consecuente delimitación del área de influencia, aspecto especialmente relevante considerando que el escenario de estiaje corresponde a la condición más desfavorable para la capacidad de dilución del cuerpo receptor. Cabe destacar, que la representación gráfica contenida en las Figuras 7-3, 7-4 y 7-6 no permite verificar claramente la extrapolación señalada y tampoco identificar de manera inequívoca el escenario utilizado para estimar las respectivas distancias de recuperación.**

Se acoge la observación y se extienden los gráficos para visualizar la extrapolación y se indica el escenario de cada distancia de recuperación (estival o invernal). A continuación, se incorporan los gráficos para Nitrógeno Total, Fósforo Total y DBO5, indicando para cada uno la ecuación lineal de ajuste y el $R^2$ asociado al ajuste. Esta información se incorpora de igual manera en el Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

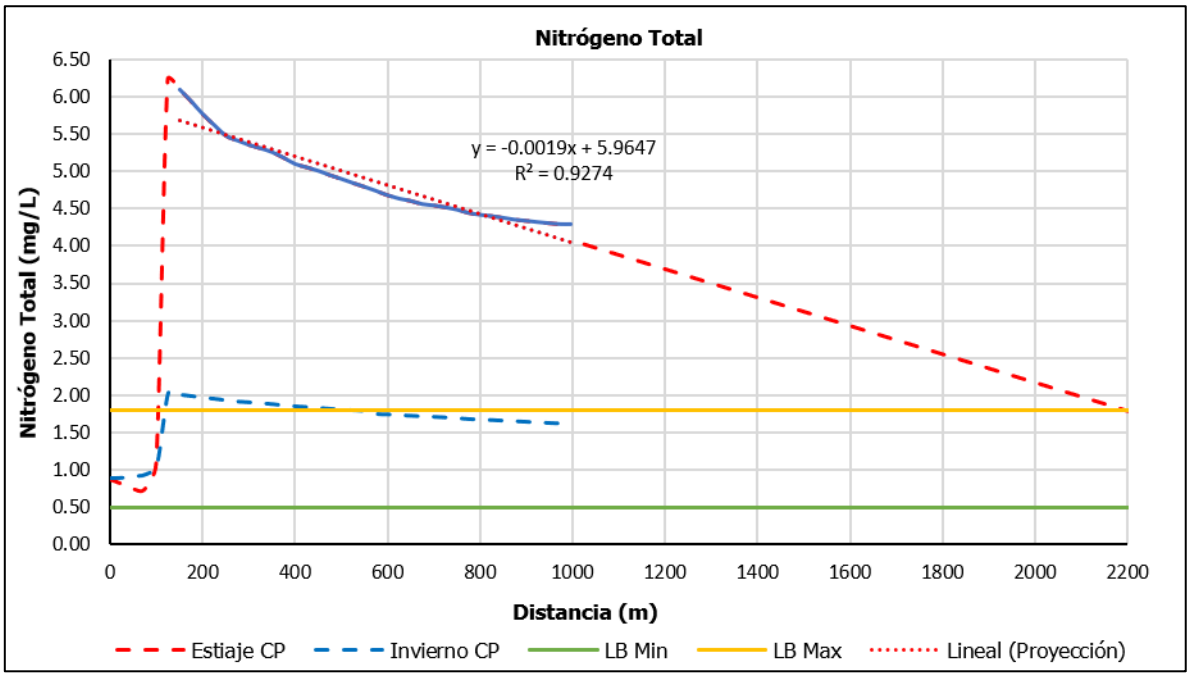



**Figura 8. Distribución de Concentraciones de Nitrógeno total.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

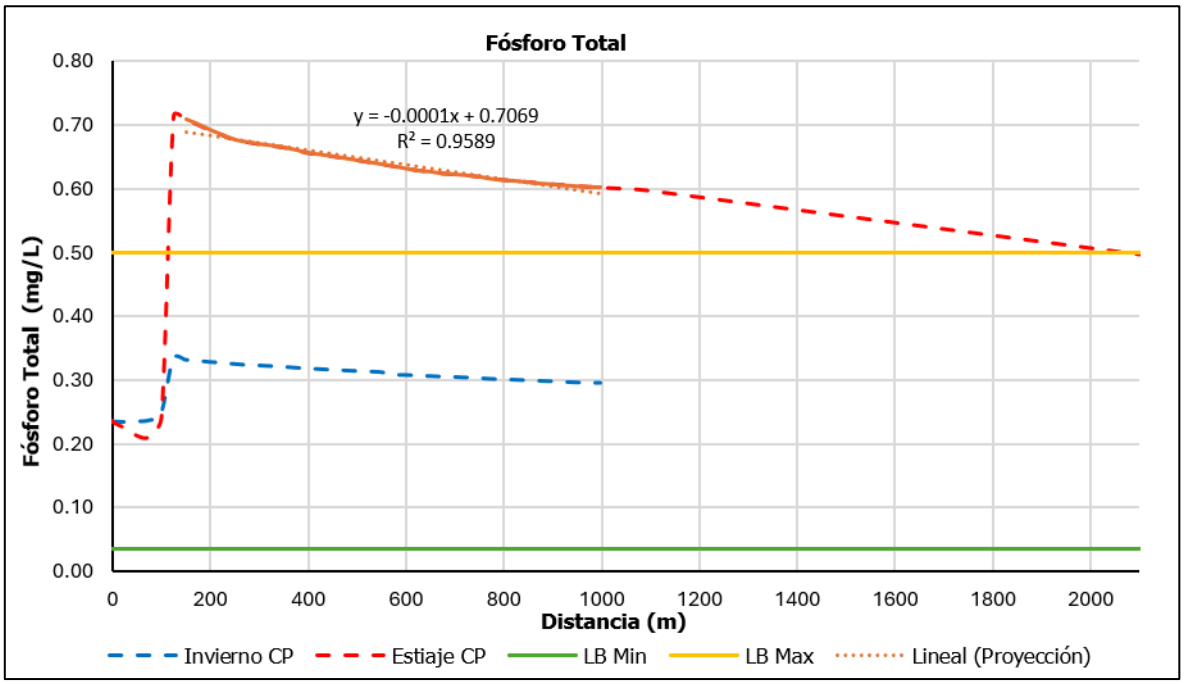



**Figura 9. Distribución de Concentraciones de Fosforo total.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

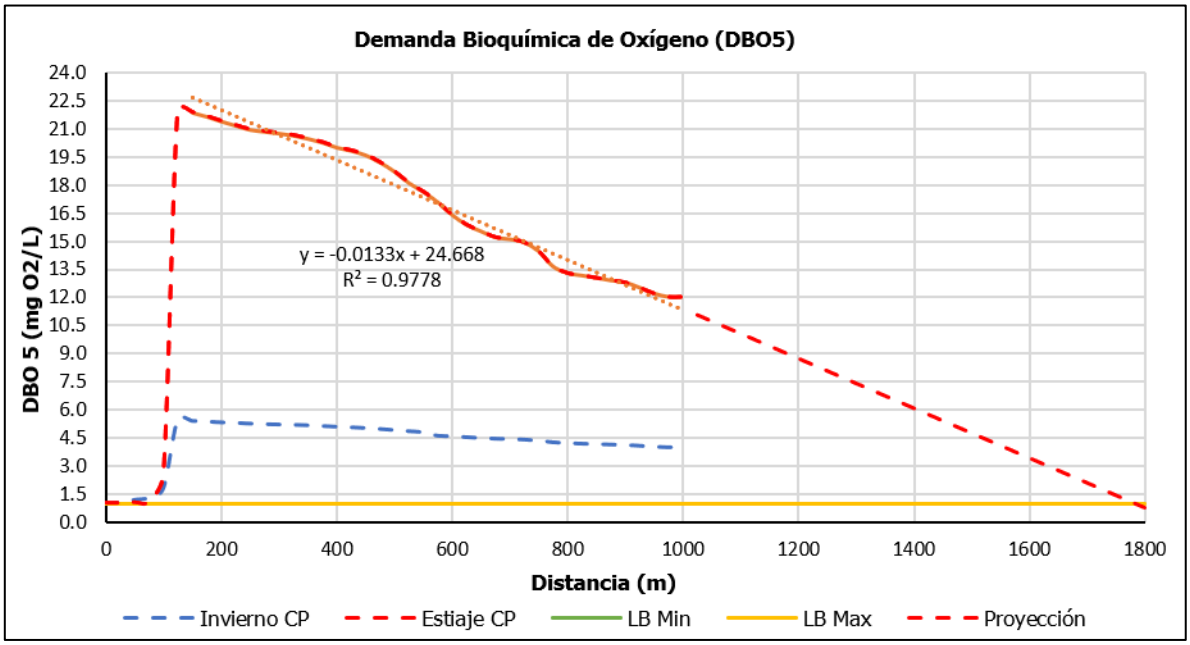



**Figura 10. Distribución de Concentraciones de Demanda Bioquímica de oxígeno.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

**Tabla 27. Resumen regresión lineal por parámetro.**

| Parámetro | Escenario | Ecuación lineal de ajuste | $R^2$ | Longitud a límites de línea base (m) desde punto de descarga |
|---|---|---|---|---|
| Nitrógeno Total | Estiaje | y=-0,0019x+5,9647 | 0,9274 | 2.040 |
| Fósforo Total | Estiaje | y=-0,0001x+0,7069 | 0,9589 | 1.920 |
| DBO5 | Estiaje | y=-0,0133x+24,668 | 0,9787 | 1.630 |

Fuente: Elaboración propia.

**d) El Titular caracteriza el cuerpo receptor en una condición eutrófica a hipereutrófica y reconoce incrementos de nitrógeno y fósforo aguas abajo de la descarga, considerando que la modelación establece que determinados parámetros requieren distancias de hasta aprox. 2.040 m aguas abajo para alcanzar las concentraciones históricas del cuerpo receptor.**

Se acoge la observación. Los antecedentes disponibles permiten reconocer que el Río Arenas presenta basalmente una condición enriquecida en nutrientes. El Informe de Modelación del Cauce Receptor define concentraciones representativas de línea base de 0,236 mg/L de fósforo total y 0,888 mg/L de nitrógeno total. Al contrastar estos valores con los rangos de Smith et al. (1999), la condición basal corresponde a hipereutrofía para fósforo total y eutrofía para nitrógeno total, por lo que, bajo

un criterio conservador, el cuerpo receptor presenta basalmente una condición trófica enriquecida. Asimismo, las campañas efectuadas en el Río Arenas evidencian variabilidad temporal, registrándose en determinadas estaciones concentraciones de nutrientes superiores a dichos valores representativos.

En este contexto, se reconoce que la descarga proyectada genera incrementos de nitrógeno total y fósforo total aguas abajo del punto de vertimiento, por lo que la evaluación ambiental no se fundamenta en sostener la inexistencia de modificaciones en la calidad del agua, sino en analizar la magnitud de dichas variaciones, su extensión espacial, la distancia requerida para retornar al rango histórico del río y su eventual expresión sobre los componentes biológicos del cuerpo receptor.

En particular, la modelación del cauce receptor considera como escenario más desfavorable el período de estiaje bajo condición de cambio climático, combinado con el caudal máximo horario de descarga de la PTAS, correspondiente a 41,33 L/s. Para nitrógeno total, la concentración basal utilizada en la modelación corresponde aproximadamente a 0,88 mg/L, aumentando en las proximidades de la descarga hasta un máximo modelado de aproximadamente 6,2 mg/L en estiaje y 2,0 mg/L en invierno. Posteriormente, las concentraciones presentan un decaimiento progresivo aguas abajo hasta alcanzar nuevamente el límite superior del rango histórico considerado para el Río Arenas, correspondiente a 1,8 mg/L, a una distancia aproximada de 2.040 m aguas abajo del punto de descarga.

Para fósforo total se observa un comportamiento equivalente. Desde una concentración basal representativa de 0,236 mg/L, la modelación proyecta un aumento en el sector de descarga, alcanzando aproximadamente 0,71 mg/L bajo condición de estiaje y 0,33 mg/L durante invierno. En el escenario de estiaje, las concentraciones disminuyen progresivamente aguas abajo hasta alcanzar nuevamente el límite superior histórico considerado para el cauce, de 0,50 mg/L, aproximadamente a 1.920 m aguas abajo de la descarga. Para el escenario de invierno, los resultados modelados se mantienen dentro del rango histórico considerado para fósforo total.

De esta forma, el análisis muestra que la mayor magnitud de la modificación se concentra en el tramo inmediatamente aguas abajo de la descarga y bajo las condiciones hidrológicas más desfavorables, disminuyendo progresivamente con la distancia. El nitrógeno total corresponde al parámetro que determina la mayor extensión espacial del efecto modelado, alcanzando aproximadamente los 2.040 m, razón por la cual dicho resultado es utilizado como referencia para la delimitación del Área de Influencia del componente hídrico. La caracterización limnológica se extendió incluso hasta 2.150 m aguas abajo, de manera de cubrir el tramo en que se manifiestan las variaciones proyectadas y contar con información biológica representativa del área evaluada.

Respecto de la condición trófica, se precisa que el Proyecto se emplaza sobre un cuerpo receptor que ya presenta historicamente condiciones eutróficas a hipereutróficas. Por consiguiente, la descarga no determina por sí sola la existencia de dicha condición trófica; no obstante, sí incrementa temporal y espacialmente en menor medida las concentraciones de nutrientes dentro del tramo modelado, especialmente durante estiaje.

Esta evaluación resulta especialmente pertinente considerando que la caracterización limnológica reconoce la presencia de fauna íctica nativa, incluyendo *Galaxias maculatus* y *Trichomycterus areolatus*, esta última clasificada como Vulnerable (VU), así como comunidades de macroinvertebrados bentónicos utilizadas como bioindicadores. Asimismo, los índices bióticos han mostrado variabilidad entre campañas, registrándose condiciones favorables durante 2023 y condiciones más desfavorables durante otoño de 2026. Por lo anterior, la interpretación de los efectos no se limita exclusivamente a las concentraciones fisicoquímicas modeladas, sino que considera también la evolución de las comunidades acuáticas y del hábitat fluvial.

El análisis detallado de la dispersión, magnitud y decaimiento de nitrógeno total, fósforo total y los restantes parámetros de calidad de agua se presenta en el informe de Modelación del Cauce Receptor presente en el anexo 4.2 de la Adenda complementaria, mientras que la caracterización de ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos, calidad de agua y hábitat fluvial se desarrolla en el Estudio Limnológico, incorporado en el Anexo 4.4 de la Adenda complementaria.

En concordancia con estos antecedentes, el Plan de Seguimiento del Río Arenas, articulado con el PAS 119 en el anexo 5.1 de la Adenda, incorpora conjuntamente parámetros de calidad de agua y componentes biológicos. El seguimiento considera, entre otros, nitrógeno total, fósforo total, oxígeno disuelto, $DBO_5$, sólidos suspendidos totales, parámetros fisicoquímicos in situ, macroinvertebrados bentónicos, ictiofauna y caracterización del hábitat fluvial, mediante campañas semestrales representativas de condiciones de alto y bajo caudal durante un período de tres años.

De esta manera, durante la operación será posible contrastar las concentraciones y comunidades biológicas observadas con la condición basal y con los resultados proyectados por la modelación, verificando particularmente la evolución de la condición trófica, la recuperación espacial de las concentraciones de nutrientes y la mantención de las condiciones ecológicas necesarias para las comunidades hidrobiológicas presentes en el Río Arenas.

De manera complementaria, nitrógeno total, fósforo total y oxígeno disuelto formarán parte del Plan de Seguimiento del río Arenas, permitiendo verificar durante la operación la evolución de la condición trófica y su relación con las comunidades acuáticas.

e) **Los antecedentes limnológicos (Anexo 4.8.2), evidencian diferencias relevantes entre campañas en la condición biológica del río Arenas. En primavera de 2023, el índice ChIBF clasificó las estaciones E-1 y E-3 como "Muy bueno, no perturbado", y E-2 como "Regular, perturbado"; mientras que en otoño de 2026 la mayoría de las estaciones fueron clasificadas entre "Malo, muy perturbado" y "Muy malo, fuertemente perturbado", registrándose únicamente E-3 como "Bueno, moderadamente perturbado". Estos resultados no resultan consistentes con la conclusión del Estudio señalando que el sistema mantendría condiciones ambientales funcionales y relativamente estables.**

Respecto de la observación, se complementan y precisan los antecedentes asociados a la caracterización de la condición biológica del río Arenas, considerando los resultados obtenidos mediante los índices ChIBF y EPT durante las campañas de invierno y primavera de 2023 y otoño de 2026.

Durante el invierno de 2023, el índice ChIBF clasificó las cuatro estaciones evaluadas (E-1, E-2, E-3 y E-4) en Clase I, correspondiente a un estado de calidad "Muy bueno, no perturbado". De manera concordante, el índice EPT clasificó las estaciones E-1, E-2 y E-3 como Clase 1, correspondiente a "Calidad Muy Buena", mientras que E-4 fue clasificada como Clase 2, correspondiente a "Calidad Buena".

En la campaña de primavera de 2023 se observó una condición diferenciada en la estación E-2, la cual fue clasificada mediante el índice ChIBF como Clase III, correspondiente a "Regular, perturbado", y mediante el índice EPT como Clase 3, correspondiente a "Regular". En contraste, las estaciones E-1 y E-3 mantuvieron una clasificación ChIBF Clase I y EPT Clase 1. Lo anterior evidencia que, ya durante las campañas de 2023, existía variabilidad espacial y temporal en la condición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, particularmente en la estación E-2.

En la campaña de otoño de 2026 se registró un ensamble compuesto por 15 taxa, correspondiente principalmente a estados inmaduros de artrópodos de los grupos Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Diptera y Amphipoda. La riqueza taxonómica alcanzó sus mayores valores en E-1 y E-3, con 9 taxa cada una. Asimismo, se identificó una marcada variación espacial en los parámetros comunitarios, registrándose diferencias en abundancia, riqueza, diversidad y equidad entre las estaciones evaluadas.

Respecto del índice ChIBF, la campaña de otoño de 2026 presentó una condición diferenciada entre estaciones. E-2 y E-4 fueron clasificadas en Clase IV, correspondiente a "Malo, muy perturbado"; E-1, E-5, E-6, E-7 y E-8 presentaron valores correspondientes a "Muy malo, fuertemente perturbado";

mientras que E-3 fue clasificada como "Bueno, moderadamente perturbado". Por su parte, el índice EPT clasificó las ocho estaciones en Clase 4.

Los resultados anteriores evidencian una variación de la condición indicada por los índices biológicos entre las campañas de 2023 y 2026, por lo que se precisa que la expresión referida a condiciones ambientales "funcionales y relativamente estables" no debe interpretarse como una ausencia de variabilidad temporal o espacial en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. En este sentido, los nuevos antecedentes permiten caracterizar el sistema como un cuerpo receptor que presenta variabilidad en su condición biológica entre periodos de muestreo.

Esta variación entre campañas no es atribuible al Proyecto, toda vez que la PTAS no se encuentra construida ni en operación, y corresponde a la variabilidad propia del cuerpo receptor. La respuesta de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos se encuentra condicionada por múltiples factores ambientales, entre ellos el régimen hidrológico, caudal, velocidad de escurrimiento, características y disponibilidad de sustratos, condiciones fisicoquímicas del agua, disponibilidad de hábitat y composición de la comunidad al momento del muestreo.

Adicionalmente, la comparación entre campañas debe considerar que el esfuerzo y cobertura espacial no fueron equivalentes, dado que durante el invierno de 2023 se evaluaron cuatro estaciones, durante la primavera de 2023 tres estaciones y durante otoño de 2026 ocho estaciones. Por consiguiente, las categorías obtenidas por los índices deben analizarse considerando las condiciones particulares de cada campaña y la configuración espacial correspondiente.

Asimismo, resulta relevante señalar que la clasificación obtenida mediante los índices biológicos no constituye, por sí sola, una caracterización integral de la calidad ambiental del cuerpo receptor. En particular, durante otoño de 2026 se registró una comunidad compuesta por 15 taxa, incluyendo representantes de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, además de otros grupos de macroinvertebrados. Por lo tanto, los resultados de ChIBF y EPT se interpretan conjuntamente con la composición y estructura de la comunidad bentónica, los antecedentes fisicoquímicos y las condiciones hidrológicas registradas en cada campaña.

En consecuencia, se rectifica la conclusión del informe de Limnología y se adjunta la versión actualizada en el anexo 4.4 de la Adenda complementaria y señala que el río Arenas corresponde a un cuerpo receptor con una condición biológica variable en el tiempo y en el espacio, y con una condición trófica basal eutrófica a hipereutrófica. En 2023 registró condiciones bentónicas mayoritariamente no perturbadas, y en otoño de 2026, una condición perturbada en la mayor parte de las estaciones, asociada principalmente a factores hidrológicos. No obstante, mantiene aguas bien oxigenadas, una comunidad de macroinvertebrados con presencia de taxa sensibles de los órdenes

Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. Esta variabilidad corresponde a la condición actual del cuerpo receptor, sin el Proyecto, determinada por factores propios de la cuenca, como su régimen hidrológico, la escorrentía superficial y las presiones antrópicas existentes. En este sentido la conclusión ha sido actualizada en estos términos, y la condición más desfavorable registrada (otoño de 2026) forma parte de la condición basal considerada en la evaluación de los efectos de la descarga sobre el río Arenas y sus comunidades acuáticas.

**f) Para el análisis de los efectos sobre el cuerpo receptor, el Titular utiliza como referencia la NCh 1333.Of78 Mod.1987, la cual no es aplicable para descartar la generación de efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables para el río Arenas.**

**Conforme al artículo 6 del RSEIA, para evaluar dichos efectos deberá considerarse la superación o variación significativa de las concentraciones respecto de normas secundarias de calidad ambiental y, a falta de éstas, utilizar como referencia las normas vigentes de los Estados señalados en el artículo 11 del Reglamento, sin perjuicio de considerar adicionalmente la condición basal y los atributos ecológicos propios del cuerpo receptor.**

En el caso del presente estudio, se utiliza la NCh 1333 of78. Mod. 1987 como referencia complementaria para caracterizar la aptitud de las aguas del río Arenas respecto de determinados usos. Sin embargo, atendiendo a lo observado, se aclara que dicha norma no es utilizada como criterio para descartar la generación de efectos adversos significativos sobre los recursos renovables, en los términos del artículo 11 letra b) de la Ley N°19.300 y del artículo 6 del Reglamento del SEIA. Por otro lado, el río Arenas no cuenta con una norma secundaria de calidad de agua y se revisaron las normas vigentes de los Estados señalados en el artículo 11 del Reglamento. De la revisión se obtuvo que la norma vigente que abarca la mayor cantidad de parámetros evaluados en el Anexo 4.2 de la Adenda complementaria es la normativa de Brasil "*Resolução CONAMA N° 357, de 17 DE março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências"* que corresponde a una norma secundaria cuyo objeto de protección son las Aguas Superficiales marinas y continentales. La siguiente tabla muestra las concentraciones de la línea base y los resultados del balance de masa en escenario invernal y estival.

**Tabla 28. Concentraciones de los parámetros línea base, resultados balance de masa escenario invernal y escenario estival con proyecto en contraste a límites de normativa brasileña.**

| Parámetro | Unidad | Línea base | Invernal Con Proyecto | Estiaje Con Proyecto | Normativa Brasileña Clase 2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Coliformes Fecales | NMP/100 ml | 69,55 | 210,98 | 654,1 | <1.000 |
| DBO5 | mg/l | 1,0 | 6,17 | 22,4 | <5 |
| Fósforo Total | mg/l | 0,236 | 0,36 | 0,70 | <0,1 |
| Nitrógeno Total | mg/l | 0,888 | 2,27 | 6,6 | <2,18 |
| Oxígeno Disuelto | mg/l | 10,535 | 9,75 | 7,3 | >5 |
| pH | unidades | 6,248 | 6,59 | 7,7 | 6,0-9,0 |

Fuente: Elaboración propia.

En la línea base del río Arenas, el parámetro Fósforo Total no cumple con el límite de la norma de Brasil. Para los resultados de balance de masa se genera cumplimiento en los parámetros Coliformes Fecales, Oxígeno Disuelto y pH.

Las concentraciones presentadas en las tablas de balance de masa corresponden a la condición inicial de mezcla entre las aguas del rio Arenas y el efluente proyectado inmediatamente aguas abajo de la descarga, mientras que la modelación en HEC-RAS permite evaluar la evolución de la calidad del agua a lo largo del tramo receptor. Por lo tanto, no corresponde utilizar exclusivamente los resultados del balance de masa para caracterizar los efectos de la descarga sobre todo el río Arenas. Mas bien se propone evaluar la evolución espacial de la calidad de agua, representando el transporte y transformación, mezcla y dilución de los componentes que pueden desarrollarse posteriormente en el sistema fluvial. La comparación con la normativa no permite determinar por sí solos la distancia a la que se mantiene esa alteración ni su evolución aguas abajo.

Finalmente, para evaluar los efectos de la descarga se utiliza la condición basal del río Arenas, determinada a partir de las campañas de monitoreo efectuadas en septiembre y noviembre de 2023, febrero y octubre de 2024 y marzo de 2026, de manera de evaluar tanto la concentración resultante como la magnitud de la modificación producida por el Proyecto.

Asimismo, se consideró como condición crítica el escenario de estiaje afectado por cambio climático, correspondiente a un caudal del río Arenas de 0,024 m³/s, conjuntamente con el caudal máximo horario de descarga de la PTAS de 0,04133 m³/s. Bajo esta condición, el caudal inmediatamente aguas abajo de la descarga alcanza 0,06533 m³/s, de modo que el efluente tratado representa aproximadamente 63,3 % del caudal circulante.

Por consiguiente, atendida la participación relativa del efluente en el caudal del río durante la condición crítica, el análisis de significancia se sustenta conjuntamente en:

- La condición basal y variabilidad natural observada en el río Arenas.
- La magnitud de las modificaciones proyectadas para cada parámetro.
- La extensión espacial y duración de dichas modificaciones.

Lo anterior permite efectuar específicamente el análisis requerido por el artículo 6 letra d) del RSEIA y fundamentar, sobre criterios de protección del recurso natural renovable agua, la generación o ausencia de efectos adversos significativos producto de la descarga proyectada.

Por lo tanto, la incorporación del efluente no generará concentraciones mayores a las naturalmente observadas en el río, lo cual implica que no se estima un impacto significativo en la calidad de sus aguas.

**g) El uso de límites de detección altos para fósforo y nitrógeno total no permiten definir la condición trófica del río, de acuerdo con los valores definidos por Smith et al., 1999, incluidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en aguas continentales y marinas (MMA, 2017), limitando la capacidad de establecer una condición basal suficientemente precisa contra la cual evaluar los cambios producidos por la descarga.**

El límite de detección depende de la tecnología utilizada por el laboratorio para obtener las concentraciones de cada parámetro en las muestras realizadas. Por lo tanto corresponde a una limitación fuera del alcance del presente estudio.

Al respecto de la observación, se aclara que los resultados informados como inferiores al límite de reporte analítico no corresponden a concentraciones efectivamente cuantificadas y, por tanto, no permiten establecer de manera inequívoca una categoría trófica individual cuando dicho límite comprende más de una de las categorías definidas por Smith et al. (1999).

Sin perjuicio de lo anterior, la caracterización del río Arenas no se sustenta exclusivamente en resultados inferiores a dichos límites. Las campañas disponibles incluyen concentraciones cuantificadas de fósforo total y nitrógeno total, las cuales permiten efectuar una evaluación diferenciada de la condición trófica del cuerpo receptor. Estos resultados permiten establecer cotas superiores de concentración, inferiores a los respectivos umbrales de eutrofia definidos para sistemas fluviales.

Por otra parte, los resultados cuantificados de fósforo total obtenidos en otras campañas superan el umbral de eutrofia de la clasificación indicada, evidenciando variabilidad temporal en las concentraciones de nutrientes. En consecuencia, se considera técnicamente más apropiado caracterizar la condición trófica a partir del conjunto de antecedentes disponibles, diferenciando las

concentraciones cuantificadas de aquellas sujetas a censura analítica, en lugar de asignar una categoría trófica única al río.

Adicionalmente, cabe precisar que las concentraciones de nutrientes constituyen indicadores del potencial de enriquecimiento trófico, cuya manifestación ecológica depende también de las características hidrológicas, físicas y biológicas del sistema fluvial.

Para evaluar los cambios producidos por la descarga respecto a la línea base del cuerpo receptor, se indica que todo cauce posee variaciones naturales en la concentración de sus compuestos, para definir un valor único de línea base se consideró como representativo el valor promedio aritmético de las muestras realizadas en el río Arenas. Sin embargo, se considera adecuado recalcar que este valor es representativo, debido a que la concentración de los compuestos varía en un rango donde no se observan cambios en las condiciones actuales del cauce. Para representar esta variación se consideró pertinente acompañar el valor promedio de cada compuesto con un rango donde la variación se considera normal, representado por la mínima y máxima concentración medida. En el caso de los parámetros que presentan resultados de muestreo iguales al límite de detección (LD) por parte del laboratorio, estos resultados serán expresados como la mitad del límite establecido (LD/2). Este criterio corresponde a una aproximación convencional para este tipo de datos; este procedimiento permite incorporar dichos antecedentes en los cálculos de caracterización de la calidad del agua, evitando su exclusión y manteniendo un criterio metodológico uniforme entre los resultados disponibles.

La evaluación de los cambios de concentración producidos por el proyecto puede abordarse mediante la comparación entre las condiciones sin proyecto y con proyecto, considerando expresamente la incertidumbre asociada a los valores basales utilizados. En este sentido, el criterio LD/2 constituye una aproximación metodológica para la estimación de las concentraciones basales utilizadas en la modelación.

**h) El río Arenas corresponde a un ecosistema acuático continental de carácter permanente y presenta condiciones hidrológicas asociadas a ambientes de humedal, constituyendo el régimen hidrológico, uno de los criterios considerados para la identificación y caracterización de estos ecosistemas conforme a la "Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA" (SEA, 2023).**

Se acoge la observación y se reconoce que el río Arenas corresponde a un ecosistema acuático continental de carácter permanente y su régimen hidrológico constituye un atributo ambiental relevante para su caracterización y para la evaluación de los potenciales efectos asociados al Proyecto.

En este contexto, se complementa la caracterización del cuerpo receptor incorporando expresamente el régimen hidrológico como uno de sus atributos ambientales relevantes, en concordancia con los criterios señalados en la "Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA" (SEA, 2023). Este atributo se analiza conjuntamente con las características hidromorfológicas, fisicoquímicas y biológicas del río Arenas.

Cabe precisar que el reconocimiento de condiciones hidrológicas asociadas a ambientes de humedal no implica, por sí mismo, establecer que la totalidad del río Arenas corresponda a un humedal ni constituye una delimitación de este tipo de ecosistema. En consecuencia, el régimen hidrológico se incorpora como un atributo relevante del ecosistema acuático continental, sin extrapolar dicha condición a una delimitación de humedal distinta de aquella que pueda establecerse mediante los antecedentes y criterios específicos aplicables.

La caracterización ambiental efectuada permite establecer que el río Arenas mantiene escurrimiento permanente y condiciones que sustentan comunidades acuáticas. En particular, el Estudio Limnológico actualizado, presentado en el Anexo 4.4 de la Adenda complementaria, amplia la caracterización a ocho estaciones de muestreo, distribuidas desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, cubriendo la totalidad del área de influencia determinada para la descarga del Proyecto. En estas campañas se caracterizaron, entre otros elementos, las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, los índices bióticos ChIBF y EPT y la fauna íctica presente.

Los antecedentes obtenidos dan cuenta de la presencia de comunidades acuáticas asociadas al río Arenas, incluyendo fauna íctica nativa como *Trichomycterus areolatus* y *Galaxias maculatus*, además de representantes de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. Los resultados de los índices ChIBF y EPT fueron igualmente considerados en la caracterización de la condición basal del ecosistema acuático.

Por otra parte, los potenciales efectos asociados a la descarga del efluente tratado fueron evaluados mediante el Estudio de Modelación del Cauce Receptor, presentado en el Anexo 4.2 de la Adenda complementaria. Dicho análisis consideró las condiciones hidrológicas del río Arenas, escenarios de invierno y estiaje afectados por cambio climático, la calidad de línea de base y el caudal máximo horario de descarga del Proyecto.

Los resultados de la modelación muestran que el parámetro que determina la mayor extensión espacial corresponde al nitrógeno total, alcanzando nuevamente las concentraciones históricas del cuerpo receptor aproximadamente a 2.040 m aguas abajo del punto de descarga. Esta distancia fue utilizada conservadoramente para definir el área de influencia de la componente agua superficial y,

consecuentemente, la caracterización limnológica fue extendida hasta 2.150 m aguas abajo, de manera de abarcar íntegramente el tramo potencialmente sujeto a variaciones de calidad de agua.

Es importante precisar que los 2.040 m corresponden a la distancia utilizada para delimitar espacialmente el área dentro de la cual pueden manifestarse variaciones respecto de las concentraciones históricas de determinados parámetros, y no representan, por sí mismos, una extensión de afectación ecológica significativa.

En este sentido, la evaluación efectuada conforme al artículo 6 del RSEIA consideró conjuntamente: la condición de línea de base del río Arenas; su régimen hidrológico y carácter permanente; sus características hidromorfológicas y fisicoquímicas; la magnitud y extensión de las variaciones proyectadas en la calidad del agua; las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y los resultados de los índices ChIBF y EPT; la presencia de fauna íctica nativa; y los restantes atributos ecológicos identificados para el ecosistema acuático.

A partir de este análisis integrado, no se identifican antecedentes que permitan prever que la descarga regular del efluente tratado genere una alteración significativa del régimen hidrológico del río Arenas, una pérdida de su carácter permanente o una modificación de magnitud suficiente para comprometer la continuidad de los hábitats acuáticos y de las comunidades biológicas caracterizadas. Del mismo modo, los resultados de la modelación permiten establecer que las variaciones proyectadas en la calidad del agua se encuentran espacialmente acotadas y retornan a las condiciones históricas del cuerpo receptor dentro del área evaluada.

Por lo anterior, el descarte de efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables no queda condicionado a análisis posteriores durante la fase de operación, sino que se sustenta en los antecedentes de línea de base, la modelación del cauce receptor y la caracterización limnológica actualizada presentados durante la evaluación ambiental.

Sin perjuicio de lo anterior, durante la fase de operación se realizará el seguimiento comprometido para el río Arenas, conforme a lo establecido en el PAS 119 y su correspondiente plan de seguimiento. Dicho seguimiento tendrá por objeto verificar durante la operación el comportamiento de las variables ambientales evaluadas y la mantención de las condiciones consideradas en la evaluación, y no completar antecedentes faltantes para el descarte de impactos significativos.

**Tabla 29. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td>Fase del proyecto o actividad</td><td>Fase de operación</td></tr>
<tr><td>Componente ambiental</td><td>Recurso hídrico superficial y componente limnológico, incluyendo calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y hábitat fluvial.</td></tr>
<tr><td>Impacto ambiental asociado</td><td>No aplica; el seguimiento tiene por objeto verificar durante la operación la mantención de las condiciones de calidad de agua y ecológicas del río Arenas consideradas durante la evaluación ambiental.</td></tr>
<tr><td>Medida asociada</td><td>Monitoreo de la calidad de agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas aguas arriba y aguas abajo de la descarga de la PTAS.</td></tr>
<tr><td>Ubicación puntos de control</td><td>El seguimiento se efectuará en las ocho estaciones de muestreo consideradas en la caracterización limnológica actualizada, manteniendo estaciones aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, cubriendo la totalidad del tramo evaluado.<br>La caracterización actualizada abarca desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, mientras que la modelación determinó una extensión de influencia máxima de aproximadamente 2.040 m aguas abajo, correspondiente al nitrógeno total.
<table>
<tr><th>Estación</th><th>Ubicación respecto de la descarga</th></tr>
<tr><td>E-1</td><td>100 m aguas arriba de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-2</td><td>Sector de descarga</td></tr>
<tr><td>E-3</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-4</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-5</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-6</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-7</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-8</td><td>Estación más alejada aguas abajo, cubriendo el tramo hasta 2.150 m</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Parámetros para monitorear</td><td>a) Componente limnológico<br>Se realizará el seguimiento de:<ul><li>Ictiofauna: presencia/ausencia, composición, riqueza y abundancia de especies.</li><li>Seguimiento particular de las especies nativas previamente registradas, entre ellas Galaxias maculatus y Trichomycterus areolatus, además del registro de otras especies presentes. Considerando la no presencia en la campaña de limnología del 2026.</li><li>Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia y evaluación de los indicadores biológicos utilizados en la caracterización basal.</li></ul>b) Calidad de agua<br>Se mantendrá el siguiente set de parámetros en todas las campañas, permitiendo comparaciones entre estaciones, temporadas y años:
<table>
<tr><th>Parámetro</th><th>Tipo de medición</th><th>Unidad</th></tr>
<tr><td>pH</td><td>In situ</td><td>unidad de pH</td></tr>
<tr><td>Oxígeno disuelto</td><td>In situ</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>In situ</td><td>°C</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Conductividad eléctrica | In situ | µS/cm |
| | Caudal | Terreno | $m^3/s$ |
| | $DBO_5$ | Laboratorio | mg/L |
| | Sólidos Suspendidos Totales | Laboratorio | mg/L |
| | Nitrógeno Total | Laboratorio | mg/L |
| | Fósforo Total | Laboratorio | mg/L |
| | Coliformes Fecales | Laboratorio | NMP/100 mL |
| | Color | Laboratorio | Pt-Co |

**Límites permitidos o comprometidos**

Los resultados no se evaluarán únicamente respecto de un valor normativo aislado, sino mediante un análisis integrado del cuerpo receptor, considerando:

11. La comparación entre la estación de control aguas arriba y las estaciones ubicadas aguas abajo en una misma campaña.
12. La comparación con la información histórica obtenida durante las campañas de línea base y caracterización complementaria.
13. Para las variables pertinentes a vida acuática, los valores de referencia de la NCh 1.333 Of.78 Mod. 1987, conforme al criterio utilizado durante la evaluación.
14. Para Color, pH y Coliformes Fecales, los valores establecidos en el D.S. N°143/2008, atendidos los usos con contacto directo identificados en el río Arenas.
15. Para nitrógeno total y fósforo total, el análisis de su evolución respecto de la condición trófica basal caracterizada en el expediente.

**Indicadores que acreditan su cumplimiento**

Se considerarán como medios de verificación del Plan:

- Aviso a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos con una anticipación mínima de 7 días hábiles previo a las actividades de terreno que correspondan al PAS 119.
- Registros de terreno y cadenas de custodia.
- Certificados de calibración de los equipos utilizados.
- Informes de laboratorio.
- Resultados de calidad de agua por estación.
- Registros de ictiofauna y macroinvertebrados.
- Fichas de caracterización de hábitat.
- Registros fotográficos y georreferenciados.
- Análisis comparativo entre estación aguas arriba y estaciones aguas abajo.
- Análisis temporal respecto de las campañas de línea base.
- Informes de seguimiento remitidos a las autoridades correspondientes.

**Umbrales de alerta**

Se considerará una condición de alerta cuando se identifique:

- Incumplimiento de alguno de los valores de referencia aplicables a Color, pH o Coliformes Fecales del D.S. N°143/2008 en estaciones aguas abajo, cuando dicha condición no se observe simultáneamente aguas arriba.
- Deterioro de las condiciones de calidad para vida acuática respecto de los valores de referencia utilizados durante la evaluación.
- Aumento aguas abajo de nitrógeno total, fósforo total, $DBO_5$, SST o coliformes fecales respecto de la estación aguas arriba, cuando el comportamiento se aparte de la variabilidad histórica del río.
- Disminución relevante del oxígeno disuelto respecto de la condición aguas arriba y basal.
- Cambios relevantes en riqueza, abundancia o composición de ictiofauna o macroinvertebrados respecto de la condición basal que coincidan espacialmente con alteraciones de la calidad de agua.

Ante una condición de alerta se realizará una revisión integrada de los resultados

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>del cuerpo receptor y de los registros operacionales y de calidad del efluente de la PTAS, con el objeto de determinar su posible origen y definir, cuando corresponda, acciones de verificación o medidas correctivas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia del plan de seguimiento</td><td>Se realizará un monitoreo por cada subfase de operación (4) durante 1 año desde el inicio de la operación de cada una de ellas. En cada monitoreo, se realizará el muestreo de las 8 estaciones indicadas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8) que fueron caracterizadas en el estudio de Línea Base. Esto entendiendo que al término de cada subfase de construcción es cuando se encontrará activa la descarga, la que potencialmente pueda generar efectos sobre el Río Arenas pudiendo afectar su comunidad íctica.<br>A continuación, se presenta el cronograma con las actividades definidas para el monitoreo en el Río Arenas.
<table>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 1</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 2</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 3</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

| Actividad | Monitoreo Subfase de operación 4 | | |
|---|---|---|---|
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

Se elaborará un informe por cada campaña, el cual será remitido a la SMA de haber obtenido los resultados del monitoreo y se elaborará en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones:

- Resumen
- Introducción
- Objetivos
- Materiales y métodos
- Resultados (catastro visual)
- Discusiones
- Referencias
- Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)

Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos en los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la siguiente tabla.

| **Nombre del Punto de Muestreo** | | | **Coordenadas UTM (m) Datum WGS84** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Norte | Este | |
| | | | **Resultado** | | |
| Parámetros | Valor Basal | Unidad de Medida | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) |
| | | | | | |

El informe además dará cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

| | |
|---|---|
| **Método o procedimiento de medición** | Para el componente limnológico, los muestreos se efectuarán utilizando metodologías consistentes con las empleadas en la caracterización y con la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile", FIPA N°2016-46, en concordancia con los antecedentes técnicos aplicables al PAS 119.<br>Para calidad de agua:<br>- pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se medirán in situ mediante equipo multiparamétrico debidamente calibrado; |

| Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas. | |
|---|---|
| | - el caudal será determinado en terreno mediante metodología apropiada a las características hidráulicas de la estación;<br>- los restantes parámetros serán determinados mediante análisis de laboratorio;<br>- las muestras de laboratorio serán obtenidas, preservadas y transportadas conforme a los procedimientos técnicos correspondientes;<br>- los análisis serán efectuados por una ETFA autorizada, utilizando metodologías normalizadas;<br>- - los límites de detección y cuantificación deberán ser suficientemente bajos para caracterizar adecuadamente la calidad del río y permitir la comparación con las condiciones de línea base y valores de referencia aplicables. |
| **Plazo o frecuencia de informe** | Se elaborará un Informe de Seguimiento por cada campaña, integrando en un mismo documento los resultados de calidad de agua y limnología.<br>Los resultados serán reportados mediante SNIFA a la SMA y, respecto del seguimiento asociado al PAS 119, serán remitidos además a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos. |

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, el régimen hidrológico del río Arenas se incorpora expresamente como un atributo ambiental relevante dentro del análisis integrado del ecosistema acuático, en conjunto con la calidad del agua y sus componentes biológicos. Los antecedentes que sustentan este análisis se presentan en detalle en el Anexo 4.2 "Modelación del Cauce Receptor" y en el Anexo 4.4 "Estudio Limnológico" de la Adenda complementaria, complementados por los antecedentes de seguimiento establecidos para el PAS 119.

i) **Respecto al escurrimiento en el río Arenas, el Titular concluye que el cauce mantendría escurrimiento, bajo eventos extremos de cambio climático debido a que el caudal estimado para febrero alcanza 0,024 m³/s. Sin embargo, dicho resultado no permite por sí solo descartar la ocurrencia de períodos con caudales inferiores o cercanos a cero durante la vida útil del Proyecto, particularmente considerando las incertidumbres asociadas a la estimación hidrológica y a las proyecciones de cambio climático. Esta condición resulta relevante, toda vez que una disminución adicional del caudal natural reduciría progresivamente la capacidad de dilución del cuerpo receptor y, ante un eventual caudal nulo, el escurrimiento aguas abajo del punto de descarga estaría constituido esencialmente por el efluente de la PTAS, modificando las condiciones señaladas en la evaluación de la calidad del agua, estado trófico y hábitat acuático.**

Debido a que no existen estaciones fluviométricas en la cuenca del río Arenas, para obtener los caudales medios mensuales del cauce se optó por desarrollar un balance hídrico con la metodología propuesta por Thornthwaite-Mather, que utiliza principalmente las precipitaciones y la capacidad de humedad del suelo. Este método es ampliamente utilizado en estimaciones hidrológicas, ha sido

considerado para desarrollar estudios de la Dirección General de Aguas y está descrito en la "Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur" de la UNESCO (1982).

Del resultado obtenido, se desprende que, si bien en los meses estivales el caudal es bajo en comparación a los meses invernales, no se obtienen valores de caudal nulos, esto principalmente por la presencia de precipitaciones todo el año, y que corresponde a una cuenca netamente pluvial. Para realizar el análisis de calidad de agua se optó por considerar el escenario más conservador y desfavorable de caudal medio, esto es utilizar el caudal del mes de febrero (caudal más bajo obtenido del balance hídrico).

Además, para cuantificar el efecto probable que tuviera el cambio climático sobre los caudales del río Arenas se siguieron los lineamientos contenidos en el documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Cambio Climático en la Evaluación Ambiental del Recurso Hídrico", SEA (2023). En este documento se entregan las directrices generales para la incorporación del Cambio Climático (CC) en la evaluación ambiental de Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Estudios de Impacto Ambiental (EIA), según lo estableció la Ley N°21.455/2022 Marco de Cambio Climático, la cual mandata la consideración de la variable de CC en los componentes del medio ambiente que resulten pertinentes en el marco del SEIA.

En este documento se recopilaron distintos escenarios de cambio climático que son aceptados por el Panel Internacional contra el Cambio Climático (IPCC). Estos escenarios fueron procesados y en base a ellos, y los datos meteorológicos y fluviométricos disponibles a nivel nacional se configuró un mapa esquemático que contiene las posibles variaciones porcentuales de precipitación (25 % (p25), 50 % (p50), y 75 % (p75), siendo menor (p25) y mayor (p75) magnitud de precipitación), en las distintas zonas del país, este esquema se puede ver en la siguiente figura.

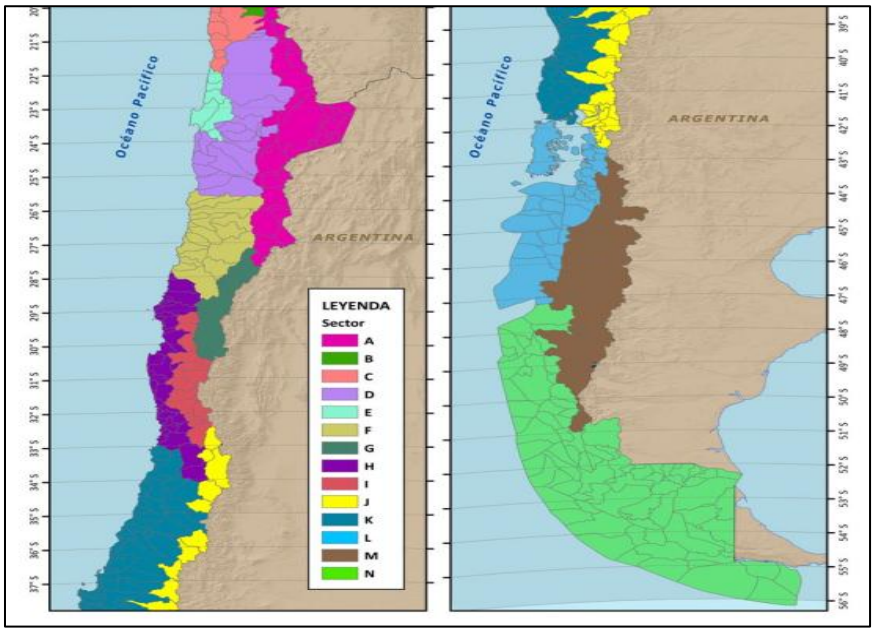



**Figura 11. Sectorización de proyecciones en precipitación**

Fuente: Criterio en la evaluación en el SEIA: Cambio climático en la evaluación ambiental del recurso hídrico

Para cada sector se establece el cambio proyectado porcentual. Estos valores corresponden a porcentajes de cambio de precipitación que deberán ser aplicados sobre los datos estadísticos históricos para obtener la predicción futura, sin necesidad de acceder a la plataforma ARClim. El escenario más desfavorable es el p25 para predecir el impacto por emisiones de residuos líquidos en un cauce superficial (menor caudal en el cuerpo receptor). Los valores corresponden al cambio proyectado porcentual entre el periodo "Histórico" (1980-2010) y el periodo "Futuro" (2035-2065), siendo válidos para precipitaciones posteriores al 2065.

Según la figura anterior el proyecto se ubica en la zona K, la cual tiene un porcentaje de reducción de precipitación para el p25 de 20,1 %.

Considerando que la reducción en la precipitación tendrá un impacto directamente proporcional en la escorrentía generada por la cuenca estudiada, se aplicó a las precipitaciones una reducción del 20,1 % recalculando los Caudales Medios Mensuales. Esta disminución entrega un valor de caudal medio en el mes de febrero igual a 0,024 $m^3/s$.

Por lo tanto, el escenario evaluado:

- Caudal de descarga máximo horario, con caudal medio mensual mes de febrero afecto a cambio climático,

corresponde al escenario más conservador, desfavorable, y poco probable, de ocurrencia. Además, hay que considerar que la descarga del caudal máximo horario corresponde a una situación puntual y de poca duración durante un día.

Por otro lado, la previsión del caudal máximo horario de la PTAS es al año 2051, mientras que el cambio proyectado en las precipitaciones por cambio climático es válido incluso para precipitaciones posteriores al año 2065, 10 años posteriores a la vida útil del proyecto.

Por todo lo expuesto anteriormente, el análisis realizado corresponde a una respuesta al escenario más desfavorable y conservador posible asociado a las características históricas y futuras del río Arenas. Para mayor detalle revisar la modelación de cauce receptor en el anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

Asimismo, atendida la sensibilidad del cuerpo receptor, se incorpora un Plan de Seguimiento de Calidad de Aguas y Limnología del río Arenas para la fase de operación, destinado a verificar que las variables que sustentan el descarte se mantengan dentro de las condiciones evaluadas.

**Tabla 30. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td>Fase del proyecto o actividad</td><td>Fase de operación</td></tr>
<tr><td>Componente ambiental</td><td>Recurso hídrico superficial y componente limnológico, incluyendo calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y hábitat fluvial.</td></tr>
<tr><td>Impacto ambiental asociado</td><td>No aplica; el seguimiento tiene por objeto verificar durante la operación la mantención de las condiciones de calidad de agua y ecológicas del río Arenas consideradas durante la evaluación ambiental.</td></tr>
<tr><td>Medida asociada</td><td>Monitoreo de la calidad de agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas aguas arriba y aguas abajo de la descarga de la PTAS.</td></tr>
<tr><td>Ubicación puntos de control</td><td>El seguimiento se efectuará en las ocho estaciones de muestreo consideradas en la caracterización limnológica actualizada, manteniendo estaciones aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, cubriendo la totalidad del tramo evaluado.<br>La caracterización actualizada abarca desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, mientras que la modelación determinó una extensión de influencia máxima de aproximadamente 2.040 m aguas abajo, correspondiente al nitrógeno total.
<table>
<tr><th>Estación</th><th>Ubicación respecto de la descarga</th></tr>
<tr><td>E-1</td><td>100 m aguas arriba de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-2</td><td>Sector de descarga</td></tr>
<tr><td>E-3</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-4</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-5</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-6</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-7</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-8</td><td>Estación más alejada aguas abajo, cubriendo el tramo hasta 2.150 m</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Parámetros para monitorear</td><td>a) Componente limnológico<br>Se realizará el seguimiento de:<br>• Ictiofauna: presencia/ausencia, composición, riqueza y abundancia de especies.<br>• Seguimiento particular de las especies nativas previamente registradas, entre ellas Galaxias maculatus y Trichomycterus areolatus, además del registro de otras especies presentes. Considerando la no presencia en la campaña de limnología del 2026.<br>• Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia y evaluación de los indicadores biológicos utilizados en la caracterización basal.<br>b) Calidad de agua<br>Se mantendrá el siguiente set de parámetros en todas las campañas, permitiendo comparaciones entre estaciones, temporadas y años:
<table>
<tr><th>Parámetro</th><th>Tipo de medición</th><th>Unidad</th></tr>
<tr><td>pH</td><td>In situ</td><td>unidad de pH</td></tr>
<tr><td>Oxígeno disuelto</td><td>In situ</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>In situ</td><td>°C</td></tr>
<tr><td>Conductividad eléctrica</td><td>In situ</td><td>µS/cm</td></tr>
<tr><td>Caudal</td><td>Terreno</td><td>m³/s</td></tr>
<tr><td>DBO5</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Sólidos Suspendidos Totales</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno Total</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Fósforo Total</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Coliformes Fecales</td><td>Laboratorio</td><td>NMP/100 mL</td></tr>
<tr><td>Color</td><td>Laboratorio</td><td>Pt-Co</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td>Los resultados no se evaluarán únicamente respecto de un valor normativo aislado, sino mediante un análisis integrado del cuerpo receptor, considerando:<br>16. La comparación entre la estación de control aguas arriba y las estaciones ubicadas aguas abajo en una misma campaña.<br>17. La comparación con la información histórica obtenida durante las campañas de línea base y caracterización complementaria.<br>18. Para las variables pertinentes a vida acuática, los valores de referencia de la NCh 1.333 Of.78 Mod. 1987, conforme al criterio utilizado durante la evaluación.<br>19. Para Color, pH y Coliformes Fecales, los valores establecidos en el D.S. N°143/2008, atendidos los usos con contacto directo identificados en el río Arenas.<br>20. Para nitrógeno total y fósforo total, el análisis de su evolución respecto de la condición trófica basal caracterizada en el expediente.<br>Indicadores que acreditan su cumplimiento<br>Se considerarán como medios de verificación del Plan:<br>- Aviso a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos con una anticipación mínima de 7 días hábiles previo a las actividades de terreno que correspondan al PAS 119.<br>- Registros de terreno y cadenas de custodia.<br>- Certificados de calibración de los equipos utilizados.<br>- Informes de laboratorio.<br>- Resultados de calidad de agua por estación.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>
- Registros de ictiofauna y macroinvertebrados.<br>
- Fichas de caracterización de hábitat.<br>
- Registros fotográficos y georreferenciados.<br>
- Análisis comparativo entre estación aguas arriba y estaciones aguas abajo.<br>
- Análisis temporal respecto de las campañas de línea base.<br>
- Informes de seguimiento remitidos a las autoridades correspondientes.<br>
Umbrales de alerta<br>
Se considerará una condición de alerta cuando se identifique:<br>
- Incumplimiento de alguno de los valores de referencia aplicables a Color, pH o Coliformes Fecales del D.S. N°143/2008 en estaciones aguas abajo, cuando dicha condición no se observe simultáneamente aguas arriba.<br>
- Deterioro de las condiciones de calidad para vida acuática respecto de los valores de referencia utilizados durante la evaluación.<br>
- Aumento aguas abajo de nitrógeno total, fósforo total, $DBO_5$, SST o coliformes fecales respecto de la estación aguas arriba, cuando el comportamiento se aparte de la variabilidad histórica del río.<br>
- Disminución relevante del oxígeno disuelto respecto de la condición aguas arriba y basal.<br>
- Cambios relevantes en riqueza, abundancia o composición de ictiofauna o macroinvertebrados respecto de la condición basal que coincidan espacialmente con alteraciones de la calidad de agua.<br>
Ante una condición de alerta se realizará una revisión integrada de los resultados del cuerpo receptor y de los registros operacionales y de calidad del efluente de la PTAS, con el objeto de determinar su posible origen y definir, cuando corresponda, acciones de verificación o medidas correctivas.
</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia del plan de seguimiento</td><td>
Se realizará un monitoreo por cada subfase de operación (4) durante 1 año desde el inicio de la operación de cada una de ellas. En cada monitoreo, se realizará el muestreo de las 8 estaciones indicadas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8) que fueron caracterizadas en el estudio de Línea Base. Esto entendiendo que al término de cada subfase de construcción es cuando se encontrará activa la descarga, la que potencialmente pueda generar efectos sobre el Río Arenas pudiendo afectar su comunidad íctica.<br>
A continuación, se presenta el cronograma con las actividades definidas para el monitoreo en el Río Arenas.
<table>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 1</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 2</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

| Actividad | Monitoreo Subfase de operación 3 | | |
|---|---|---|---|
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

| Actividad | Monitoreo Subfase de operación 4 | | |
|---|---|---|---|
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

Se elaborará un informe por cada campaña, el cual será remitido a la SMA de haber obtenido los resultados del monitoreo y se elaborará en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones:

- Resumen
- Introducción
- Objetivos
- Materiales y métodos
- Resultados (catastro visual)
- Discusiones
- Referencias
- Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)

Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos en los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la siguiente tabla.

<table>
<tr><th colspan="3">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">
<table>
<tr><td colspan="3">Nombre del Punto de Muestreo</td><td colspan="3">Coordenadas UTM (m) Datum WGS84<br>Norte | Este</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Parámetros</td><td rowspan="2">Valor Basal</td><td rowspan="2">Unidad de Medida</td><td colspan="3">Resultado</td></tr>
<tr><td>Fechas (día-mes-año)</td><td>Fechas (día-mes-año)</td><td>Fechas (día-mes-año)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
El informe además dará cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente.</td></tr>
<tr><td>Método o procedimiento de medición</td><td colspan="2">Para el componente limnológico, los muestreos se efectuarán utilizando metodologías consistentes con las empleadas en la caracterización y con la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile", FIPA N°2016-46, en concordancia con los antecedentes técnicos aplicables al PAS 119.<br>Para calidad de agua:<br>- pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se medirán in situ mediante equipo multiparamétrico debidamente calibrado;<br>- el caudal será determinado en terreno mediante metodología apropiada a las características hidráulicas de la estación;<br>- los restantes parámetros serán determinados mediante análisis de laboratorio;<br>- las muestras de laboratorio serán obtenidas, preservadas y transportadas conforme a los procedimientos técnicos correspondientes;<br>- los análisis serán efectuados por una ETFA autorizada, utilizando metodologías normalizadas;<br>- - los límites de detección y cuantificación deberán ser suficientemente bajos para caracterizar adecuadamente la calidad del río y permitir la comparación con las condiciones de línea base y valores de referencia aplicables.</td></tr>
<tr><td>Plazo o frecuencia de informe</td><td colspan="2">Se elaborará un Informe de Seguimiento por cada campaña, integrando en un mismo documento los resultados de calidad de agua y limnología.<br>Los resultados serán reportados mediante SNIFA a la SMA y, respecto del seguimiento asociado al PAS 119, serán remitidos además a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos.</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2 Sobre Fauna

**a) Falta validación en la caracterización de la fauna existente en el sector de la descarga: En lo que respecta a la identificación de ejemplares de Batrachyla antartandica (rana jaspeada) y Pleurodema thaul (sapito cuatro ojos) a través de vocalización, el titular justifica, argumentando que "si bien corresponden a vocalización, la ubicación y dirección desde donde fueron registrados permitió establecer que se trataba de registros únicos y por lo tanto representan a un individuo, bajo este contexto es que valida su contabilización para la abundancia de la fauna registrada", sin embargo, la vocalización no es suficiente para validar la abundancia de las especies identificadas.**

**b) No se precisan las medidas concretas ante las emergencias enunciadas, notando la falta de congruencia entre las distintas situaciones planteadas.**

**A seguir, sobre el Plan de Perturbación Controlada, el titular aclara el alcance taxonómico (Pleurodema thaul - sapito de cuatro ojos y Batrachyla antartandica - rana jaspeada), los indicadores de éxito, la descripción del ambiente receptor y las medidas consideradas para otras especies de baja movilidad en el área de la Obra de Descarga al Río Arenas. Sin embargo, los antecedentes bibliográficos indicados en la justificación de la medida (Guía Técnica para Implementar Medidas de Rescate/Relocalización y Perturbación Controlada. Fauna Silvestre (Torres-Mura y otros, 2014), el titular informa que: "permiten concluir que la consideración de la medida de perturbación controlada para los anfibios, en el marco del SEIA, no constituye una opción apropiada, por ser ineficaz en sus objetivos fundamentales."**

**Por lo anteriormente señalado, se solicita al titular presentar acciones que acrediten que no se han de generar efectos significativos sobre la fauna existente en el sector de la descarga.**

**c) La descripción de las medidas para los componentes fauna y flora es exigua e incompleta, sin establecer responsabilidades claras del solicitante.**

**d) El titular presenta una "versión actualizada del plan de contingencias y emergencias asociado a la pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación", sin definir claramente su responsabilidad en el rescate y posterior tratamiento de las especies afectadas, incluido el coste de las medidas. Se solicita ampliar y aclarar.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación, en este sentido a continuación, se presenta la respuesta para cada uno de los puntos planteados por la autoridad.

**a) Falta validación en la caracterización de la fauna existente en el sector de la descarga: En lo que respecta a la identificación de ejemplares de Batrachyla antartandica (rana jaspeada) y Pleurodema thaul (sapito cuatro ojos) a través de vocalización, el titular justifica, argumentando que "si bien corresponden a vocalización, la ubicación y dirección desde donde fueron registrados permitió establecer que se trataba de registros únicos y por lo tanto representan a un individuo, bajo este contexto es que valida su contabilización para la abundancia de la fauna registrada", sin embargo, la vocalización no es suficiente para validar la abundancia de las especies identificadas.**

Se acoge la observación de la autoridad y se aclara que los registros de vocalizaciones de *Batrachyla antartandica* (rana jaspeada) y *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), obtenidos durante las campañas de invierno y primavera de 2023, constituyen antecedentes válidos para establecer la presencia de ambas especies en el área de influencia del Proyecto. Sin embargo, se precisa que la diferenciación de vocalizaciones según su ubicación y dirección de procedencia no permite determinar con certeza el número de individuos presentes, por lo que dichos registros no serán considerados como estimaciones de abundancia absoluta.

Al respecto, la caracterización de fauna terrestre comprendió tres campañas realizadas durante invierno y primavera de 2023 y otoño de 2026, mediante metodologías de búsqueda visual activa (VES y TCS), complementadas con estaciones de escucha nocturna según la metodología propuesta en la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (Segunda edición) (SEA, 2025). Durante las campañas de 2023 se identificó la presencia acústica de ambas especies y se registraron oviposturas de anfibios en cuerpos de agua del área de estudio. Posteriormente, durante otoño de 2026, se confirmó mediante observación directa la presencia de un ejemplar de *Pleurodema thaul*, asociado al transecto T1.

Adicionalmente, como parte de los antecedentes complementarios incorporados al PAS 146 adjunto en el anexo 5 de la Adenda complementaria, se desarrolló una prospección específica de anfibios los días 01 y 02 de octubre de 2026, durante la cual se registraron nuevamente vocalizaciones de *Pleurodema thaul*, además del registro a través de vocalización de *Hylorina sylvatica* (rana esmeralda), especie no identificada en las campañas anteriores. Asimismo, se constató la presencia de ovipostura y renacuajos en distintos cuerpos de agua. Estos antecedentes complementan la caracterización inicial y permiten confirmar la utilización de los ambientes presentes en el área de influencia por parte de anfibios.

En consecuencia, los registros acústicos serán considerados como antecedentes de presencia y distribución de las especies, diferenciándolos de los registros obtenidos mediante observación directa para efectos de cuantificación. Este criterio es concordante con lo establecido en el numeral 3.2 del PAS 146 actualizado, en el cual se reconoce que los antecedentes disponibles no permiten extrapolar una abundancia poblacional a partir de las vocalizaciones registradas.

Finalmente, considerando la presencia confirmada de anfibios y la existencia de ambientes potencialmente favorables dentro de las superficies susceptibles de intervención, el Proyecto contempla un Plan de Rescate y Relocalización en el marco del PAS 146, que considera a P. thaul, B. antartandica y H. sylvatica como especies objetivo. Dicho plan establece actividades de búsqueda dirigida previas a la intervención de las obras de la PTAS y su sistema de descarga al río Arenas, con el propósito de detectar y rescatar los ejemplares que pudieran encontrarse en las superficies de intervención directa, conforme a las metodologías y condiciones establecidas en el permiso correspondiente.

De esta manera, se precisa el alcance de los registros acústicos sin desconocer su validez para la identificación de especies, complementando la caracterización con antecedentes directos y reproductivos, y manteniendo las medidas de manejo previstas para prevenir la afectación de anfibios durante la ejecución del Proyecto.

**b) No se precisan las medidas concretas ante las emergencias enunciadas, notando la falta de congruencia entre las distintas situaciones planteadas.**

**A seguir, sobre el Plan de Perturbación Controlada, el titular aclara el alcance taxonómico (Pleurodema thaul - sapito de cuatro ojos y Batrachyla antartandica - rana jaspeada), los indicadores de éxito, la descripción del ambiente receptor y las medidas consideradas para otras especies de baja movilidad en el área de la Obra de Descarga al Río Arenas. Sin embargo, los antecedentes bibliográficos indicados en la justificación de la medida (Guía Técnica para Implementar Medidas de Rescate/Relocalización y Perturbación Controlada. Fauna Silvestre (Torres-Mura y otros, 2014), el titular informa que: "permiten concluir que la consideración de la medida de perturbación controlada para los anfibios, en el marco del SEIA, no constituye una opción apropiada, por ser ineficaz en sus objetivos fundamentales."**

**Por lo anteriormente señalado, se solicita al titular presentar acciones que acrediten que no se han de generar efectos significativos sobre la fauna existente en el sector de la descarga.**

Se acoge la observación de la Autoridad. En atención a lo señalado y considerando las limitaciones de la perturbación controlada para especies de anfibios, particularmente debido a su baja capacidad de desplazamiento y dependencia de ambientes húmedos y refugios específicos, el Titular ha determinado reemplazar dicha medida por la implementación de un Plan de Rescate y Relocalización de anfibios, cuyos antecedentes técnicos y procedimientos se presentan en el Permiso Ambiental Sectorial N°146 (PAS 146), conforme al artículo 146 del D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

Esta medida tiene como objetivo prevenir y minimizar la afectación directa de ejemplares de anfibios que pudieran encontrarse en las superficies destinadas a la ejecución de las obras del Proyecto, incluyendo aquellas asociadas al sistema de descarga al río Arenas.

La implementación del PAS 146, adjunto en el anexo 5 de la Adenda complementaria, se fundamenta en los resultados de las campañas de caracterización de fauna terrestre realizadas durante invierno y primavera de 2023 y otoño de 2026, complementadas con la prospección específica de anfibios efectuada los días 01 y 02 de octubre de 2026. Estos antecedentes permitieron confirmar la presencia de *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), *Batrachyla antartandica* (rana jaspeada) y *Hylorina sylvatica* (rana esmeralda) en el área de influencia del Proyecto, además de registrar ovipostura y renacuajos en sectores asociados a cuerpos de agua y ambientes húmedos.

Considerando estos antecedentes, el Plan de Rescate y Relocalización incorpora a las tres especies señaladas, reconociendo que su actividad y detectabilidad pueden variar según las condiciones ambientales y la época del año. Asimismo, contempla la aplicación de procedimientos específicos de búsqueda y captura antes de la intervención de cada frente de obras, sin restringir las actividades exclusivamente a los puntos donde se obtuvieron registros durante las campañas de caracterización.

En términos operacionales, previo al inicio de las actividades constructivas se efectuará una prospección dirigida de las superficies susceptibles de intervención, mediante los métodos de búsqueda visual activa (VES) y búsqueda sistemática de refugios (TCS), complementados con recorridos nocturnos y detecciones acústicas según lo propuesto en la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (Segunda edición) (SEA, 2025). Estas actividades se concentrarán en los ambientes potencialmente utilizados por anfibios, particularmente sectores húmedos, pozas, acumulaciones de agua, vegetación densa, hojarasca, troncos y otros microhábitats que puedan proporcionar refugio.

Los ejemplares de las especies objetivo del PAS 146 que sean detectados dentro de las superficies de intervención directa y requieran rescate serán capturados, manipulados, trasladados y liberados en sectores receptores previamente caracterizados y autorizados, de acuerdo con los procedimientos

establecidos en dicho permiso. Las actividades serán ejecutadas por profesionales competentes en herpetofauna, aplicando medidas de bioseguridad, registro individual y manejo destinadas a reducir los riesgos asociados a la manipulación y traslado.

En consideración a que las obras del Proyecto se distribuyen en frentes de intervención no contiguos, el rescate se ejecutará de manera diferenciada y coordinada con el avance de la construcción, procurando reducir el tiempo transcurrido entre la captura de los ejemplares y la intervención efectiva de cada sector. Asimismo, la finalización del rescate estará sujeta a la inspección de los ambientes potencialmente utilizados por anfibios y a la verificación de que no existan ejemplares detectados pendientes de captura.

Por otra parte, el PAS 146 establece procedimientos de actuación ante situaciones de contingencia que pudieran presentarse durante la ejecución de las obras, incluyendo la detección de ejemplares dentro de los frentes de trabajo, el hallazgo de ovipostura o renacuajos, la identificación de individuos lesionados o enfermos y la eventual recolonización de sectores previamente prospectados. Para cada una de estas situaciones se contemplan acciones específicas de suspensión local de actividades, evaluación por profesionales competentes y aplicación de los procedimientos de manejo autorizados, según corresponda.

En particular, ante la detección de huevos o estadios larvales dentro de superficies susceptibles de intervención, se priorizará evitar su afectación mediante la suspensión local de las actividades y la evaluación de alternativas de manejo que permitan conservar las condiciones necesarias para su desarrollo. Cuando resulte indispensable efectuar su traslado, este deberá encontrarse contemplado en las autorizaciones correspondientes y realizarse hacia ambientes acuáticos ecológicamente compatibles.

Para precisar los procedimientos comprometidos, se presenta a continuación una síntesis de las situaciones de contingencia consideradas y las acciones contempladas en el PAS 146, el cual se encuentra adjunto en el anexo 5 de la Adenda complementaria.

**Tabla 31. Acciones comprometidas ante situaciones de contingencia asociadas al PAS 146.**

| Situación de contingencia | Acción comprometida |
|---|---|
| Detección de anfibios antes del inicio de las obras | Búsqueda y captura de ejemplares de las especies objetivo dentro de las superficies de intervención, seguida de su relocalización conforme al PAS 146. |
| Detección de anfibios durante la construcción | Suspensión inmediata de las actividades que representen riesgo directo, evaluación del ejemplar y aplicación del procedimiento autorizado de rescate y relocalización. |

| | |
|---|---|
| Detección de huevos o renacuajos | Suspensión local de la intervención y evaluación de alternativas para evitar su afectación. De requerirse traslado, se procederá únicamente conforme al alcance de la autorización y a las condiciones del ambiente receptor. |
| Ejemplares lesionados o con signos de enfermedad | Separación preventiva y evaluación del estado sanitario. |
| Mortalidad de ejemplares | Registro del evento, comunicación a las autoridades competentes conforme a las obligaciones aplicables y evaluación de las causas para definir acciones correctivas. |
| Recolonización de sectores previamente liberados | Nueva inspección antes de las obras y repetición de las actividades de búsqueda y rescate cuando se detecten ejemplares. |
| Condiciones desfavorables en el sitio receptor | No efectuar la liberación en el sector afectado y evaluar alternativas dentro de las áreas receptoras caracterizadas y autorizadas. |

Fuente: PAS 146, Anexo 5 de la Adenda complementaria

**c) La descripción de las medidas para los componentes fauna y flora es exigua e incompleta, sin establecer responsabilidades claras del solicitante.**

Se acoge la observación de la Autoridad. En atención a lo solicitado, el Titular complementa la descripción de las acciones aplicables a los componentes fauna, flora y vegetación durante la ejecución de las obras del Proyecto, precisando su alcance, oportunidad de implementación, responsables y medios de verificación.

El Titular será responsable de asegurar la implementación, financiamiento, supervisión y cumplimiento de las medidas ambientales establecidas para el Proyecto, independientemente de que su ejecución sea encomendada a profesionales especialistas o empresas contratistas.

**I. Medidas para el componente fauna**

Para el componente anfibios, la medida específica de manejo corresponde al Plan de Rescate y Relocalización establecido en el Permiso Ambiental Sectorial N°146 (PAS 146), aplicable a *Pleurodema thaul* (sapito de cuatro ojos), *Batrachyla antartandica* (rana jaspeada) y *Hylorina sylvatica* (rana esmeralda).

Previo al inicio de las actividades que impliquen intervención directa del terreno, se efectuarán prospecciones dirigidas mediante los métodos de búsqueda visual activa (VES) y búsqueda sistemática de refugios (TCS), complementadas con recorridos nocturnos y detecciones acústicas. Estas actividades serán realizadas por profesionales competentes en herpetofauna, considerando

especialmente pozas, acumulaciones de agua, vegetación ribereña, sectores húmedos, hojarasca y otros microhábitats potencialmente utilizados por las especies objetivo.

Los ejemplares detectados dentro de las superficies de intervención directa que requieran rescate serán capturados, manejados, trasladados y liberados en áreas receptoras previamente caracterizadas y autorizadas, conforme a los procedimientos establecidos en el PAS 146.

Considerando que las obras presentan frentes de intervención no contiguos, las actividades de rescate se desarrollarán de manera diferenciada y coordinada con el avance constructivo. La finalización de estas actividades estará sujeta a la inspección efectiva de los ambientes potencialmente utilizados por anfibios y a la verificación de que no existan ejemplares detectados pendientes de captura.

Durante la construcción, ante la detección de ejemplares expuestos a riesgo directo, se suspenderán localmente las actividades involucradas y se aplicarán los procedimientos de manejo contemplados en el PAS 146. Asimismo, la detección de huevos o renacuajos dará lugar a la evaluación de alternativas que permitan evitar su afectación, conforme al alcance de las autorizaciones correspondientes.

La ejecución de estas actividades será documentada mediante fichas de prospección, registros georreferenciados, antecedentes de captura y liberación, registros fotográficos e informes de implementación y seguimiento.

**II. Medidas para el componente flora y vegetación**

Previo al inicio de las actividades constructivas se delimitarán las superficies autorizadas para intervención, con el propósito de evitar la afectación de vegetación fuera de los sectores requeridos para las obras.

La circulación de maquinaria, el tránsito de personal, las instalaciones temporales y el acopio de materiales deberán mantenerse dentro de las superficies habilitadas para dichas actividades. Asimismo, la remoción de vegetación se restringirá a las áreas necesarias para la ejecución de las obras proyectadas.

En caso de identificarse situaciones no previstas que puedan implicar afectación de vegetación fuera de las áreas autorizadas, se suspenderán localmente las actividades involucradas hasta verificar su compatibilidad con los antecedentes y autorizaciones ambientales del Proyecto.

Estas acciones serán implementadas por el contratista responsable de las obras, bajo la supervisión del Titular, y verificadas mediante registros de delimitación, inspecciones y antecedentes fotográficos.

**III. Responsabilidades**

El Titular será responsable de coordinar y supervisar el cumplimiento de las acciones descritas. Para el componente Fauna, la implementación del PAS 146 estará a cargo de profesionales competentes en herpetofauna, mientras que las acciones asociadas a flora y vegetación serán ejecutadas por los responsables de las obras, bajo la supervisión de un profesional ambiental correspondiente.

La documentación generada permitirá mantener la trazabilidad de las actividades realizadas, verificar su oportunidad de ejecución e identificar las acciones adoptadas ante eventuales contingencias.

Con el objeto de precisar las responsabilidades asociadas a cada medida, se establece la siguiente matriz

**Tabla 32. Responsables y medios de verificación asociados a medidas de Flora y Fauna.**

| Componente | Medida | Oportunidad | Responsable de implementación | Verificación / respaldo |
|---|---|---|---|---|
| Fauna | Inspección previa del área de intervención | Antes del inicio de las obras | Titular, mediante profesional especialista en fauna | Ficha de inspección y registro fotográfico |
| Fauna | Prospección y búsqueda de anfibios conforme al PAS 146 | Previo a la intervención de sectores con potencial presencia de fauna | Titular, mediante especialista competente | Registro de actividad e informe de terreno |
| Fauna | Captura y traslado de especies protegidas | Ante detección de ejemplares en riesgo | Titular, mediante profesional autorizado, conforme al PAS 146 | Fichas de captura, traslado y liberación; registro fotográfico |
| Fauna | Supervisión durante las obras | Durante las actividades de intervención | Titular y supervisión ambiental | Registros de supervisión y hallazgos |
| Fauna | Manejo ante contingencias | Cuando se detecte fauna en riesgo | Titular, mediante profesional competente | Registro del evento, medidas adoptadas y seguimiento |
| Flora | Delimitación del área de intervención | Antes del inicio de las obras | Titular / contratista bajo supervisión del titular | Registro de delimitación y fotografías |
| Flora | Control de intervención de vegetación | Durante las actividades de construcción | Titular / contratista bajo supervisión ambiental | Inspecciones y registros fotográficos |
| Flora | Prevención de afectación fuera del área autorizada | Durante toda la ejecución de las obras | Titular / contratista | Registros de inspección |
| Flora | Manejo ante hallazgo no previsto | Ante detección de vegetación o ejemplares que requieran protección | Titular, mediante profesional competente | Registro del hallazgo y medidas implementadas |

Fuente: Elaboración propia.

**d) El titular presenta una "versión actualizada del plan de contingencias y emergencias asociado a la pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación", sin definir claramente su responsabilidad en el rescate y posterior tratamiento de las especies afectadas, incluido el coste de las medidas. Se solicita ampliar y aclarar.**

Se acoge la observación. Se actualiza el Plan de Contingencias y Emergencias asociado a la pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación, precisando que el Titular es el responsable de su implementación y que asume la totalidad de los costos del rescate, traslado, atención veterinaria, rehabilitación y liberación de los ejemplares afectados. Dichas labores se realizarán a través de un especialista en fauna que prestará servicios al Titular.

**Tabla 33. Plan de contingencia y emergencia: Pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación**

| **Pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación /Fase de construcción y operación.** | |
|---|---|
| Riesgo o contingencia | Pérdida de fauna y flora |
| Fase del proyecto a la que aplica | Construcción y operación |
| Emplazamiento, parte, obra o acción asociada | Durante la construcción y operación del proyecto |
| Acciones o medida a implementar para controlar la contingencia | Medidas preventivas:<br>• Se capacitará a los trabajadores sobre las especies que se encuentran en categoría de conservación que podrían ser eventualmente identificadas y qué medidas deben tomarse<br>• Se mantendrán las áreas de trabajo delimitadas, evitando la intervención innecesaria de sectores con cobertura vegetal que puedan constituir refugio o zonas de desplazamiento de fauna.<br>• Se mantendrá actualizado un registro de contactos de organismos competentes (SAG y centros de rehabilitación de fauna cuando corresponda).<br>• Antes del inicio de la fase de construcción, el Titular suscribirá un convenio con un centro de rehabilitación de fauna silvestre autorizado por el SAG, para la recepción, atención veterinaria y rehabilitación de los ejemplares que resulten afectados. |
| Formas de control y seguimiento | Registro de asistencia a la charla y/o taller |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria). |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Medidas de emergencia:<br>• Se dará aviso al prevencionista de riesgo y/o encargado de Medio Ambiente, quien avisará a SAG antes de transcurridas 24 horas.<br>• Se realizará un registro del evento, el que se mantendrá disponible para la autoridad en la obra.<br>• Se suspenderán temporalmente las actividades que pudiesen incrementar la perturbación del sector afectado.<br>• Se delimitará y resguardará el área donde se detecten ejemplares afectados, restringiendo el tránsito de personal y maquinaria.<br>• Se registrará la cantidad de ejemplares observados, especie involucrada, |

| Pérdida de fauna y flora por cambios en la precipitación /Fase de construcción y operación. | |
|---|---|
| | condición de los individuos, medidas implementadas y resultados obtenidos.<br>• En caso de requerir rescatar individuos afectados, estas labores de rescate, contención y traslado de ejemplares afectados será realizado únicamente por personal capacitado, siguiendo los protocolos establecidos por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y los procedimientos del Plan de Rescate y Relocalización del PAS 146 (Anexo 5 de la Adenda Complementaria).<br>• Los ejemplares heridos o debilitados serán trasladados al centro de rehabilitación con convenio para su atención veterinaria y rehabilitación. Una vez rehabilitados, serán liberados en el área de origen o en el sitio que determine el SAG.<br>• Los costos de rescate, traslado, atención veterinaria, rehabilitación y liberación de los ejemplares serán asumidos en su totalidad por el Titular.<br>En caso de que el personal autorizado no pueda realizar la captura con seguridad se dará aviso al SAG, para coordinar las acciones futuras. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan de Emergencia | La activación de las acciones de emergencia será comunicada a la Superintendencia de Medio Ambiente y al SAG en cuando sucedan y en menos de 24 horas, a través de un reporte que contenga: Fecha, lugar, descripción, medidas tomadas, y registros, el que será cargado al Sistema de Seguimiento Ambiental de la RCA del proyecto habilitado en el sitio web de la Superintendencia de Medio Ambiente. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria). |

### 3.2.3 Efectos del uso de aliviadero de tormenta

**a) Considerando que no se indica la magnitud y frecuencia de las condiciones ambientales necesarias para que se active la operación del aliviadero de tormenta, con la consecuente descarga de aguas servidas crudas al cauce natural, se reitera la condición de incluir su efecto en la redefinición del área de influencia del proyecto, considerando la extensión de sus efectos o impactos sobre el lugar geográfico donde se emplazará. Esto podría generar impactos sobre la hidrología superficial y subterránea, así como también sobre la calidad de las aguas. Por tanto, se reitera la solicitud de incorporar análisis específico y fundado respecto de los siguientes aspectos:**

**i. Cambio en la calidad del agua**

ii. **Cambio en el patrón de infiltración o recarga**
iii. **Alteración de cauces y riberas**
iv. **Alteración del régimen de caudales**
v. **Aumento de la zona de inundación**
vi. **Alteración del régimen sedimentológico**

**Este análisis deberá considerar la línea de base levantada, así como la duración, magnitud y extensión de los impactos identificados, teniendo en cuenta la situación en la condición proyectada más desfavorable, en coherencia con los criterios del art. 6 del RSEIA.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. A continuación se presentan la magnitud y frecuencia de las condiciones que activan el aliviadero de tormenta (bypass), su relación con el Área de Influencia del Proyecto y el análisis específico de cada uno de los aspectos solicitados, considerando la condición proyectada más desfavorable y los criterios del artículo 6 del RSEIA.

**Magnitud y frecuencia de las condiciones de activación**

El bypass corresponde a un elemento de seguridad hidráulica. Solo se activa cuando el caudal afluente supera la capacidad hidráulica máxima de la PTAS y, simultáneamente, se agota el volumen disponible de los estanques ecualizadores de la subfase en operación.

Conforme al análisis desarrollado, se consideró lo siguiente:

- Un caudal de infiltración de 18 % del caudal medio, de acuerdo con el antecedente del proyecto "Solución Sanitaria de Agua Potable y Aguas Servidas para la Concesión del Sector Panitao – ESSSI S.A." (RCA N°259/2018), emplazado en la misma comuna.
- Una fracción de ingreso de aguas lluvias a la red de 3 %.

Con estos criterios, la activación del bypass requiere las precipitaciones que se indican en la siguiente tabla.

**Tabla 34. Umbrales de activación del bypass y frecuencia en funcionamiento total de la planta.**

| Duración | Umbral de activación (mm) | Máxima registrada, El Tepual 1970–2025 (mm) | Período de retorno del umbral |
|---|---|---|---|
| 24 h | 90,5 | 100,4 (1992) | 40 a 53 años |
| 48 h | 147 | 131,4 (1982) | ≈ 205 años |
| 72 h | 203,5 | 162,0 (1982) | ≈ 600 años |

Fuente: elaboración propia en base a datos de la Dirección Meteorológica de Chile (estación El Tepual Puerto Montt Ap., código 410005) y al Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Puerto Montt (MOP-DOH).

La probabilidad anual de ocurrencia de una condición de activación es inferior a 2,5 %. En 56 años de registro, el umbral de 24 horas fue superado en dos ocasiones, para los años 1982 y 1992, y los umbrales de 48 y 72 horas no han sido alcanzados. Por lo tanto, el uso del bypass corresponde a una contingencia de baja probabilidad y no a una condición habitual de operación.

**Magnitud del caudal derivado en la condición más desfavorable**

Para caracterizar la condición proyectada más desfavorable se definió un escenario de contingencia con las siguientes características:

- Una precipitación de 97,9 mm en 24 horas, correspondiente a un período de retorno de 100 años.
- Una fracción de ingreso de aguas lluvias a la red de 5 %, superior a la de diseño y representativa de una red con desempeño deficiente.

**Tabla 35. Caudal derivado por el bypass ante una precipitación de 100 años de período de retorno.**

| Escenario | Volumen derivado (m³) | Caudal medio (24 h) | Proporción respecto del caudal medio invernal del Río Arenas (0,231 m³/s) |
|---|---|---|---|
| Fracción de ingreso de diseño (3 %) | ≈ 280 | 3,2 L/s | ≈ 1,4 % |
| Condición más desfavorable (5 %) | ≈ 2.760 | 32 L/s | ≈ 14 % |

Fuente: elaboración propia.

En ambos escenarios, el caudal derivado corresponde mayoritariamente a aguas lluvias que ingresaron a la red. En la condición más desfavorable, el agua servida representa aproximadamente

un 16 % del caudal derivado. Este caudal recibe pretratamiento y es medido mediante una canaleta Parshall independiente antes de incorporarse a la tubería de descarga existente. Durante todo el evento, la PTAS continúa tratando el caudal correspondiente a su capacidad hidráulica máxima, por lo que solo se deriva el excedente.

**Relación con el Área de Influencia**

El Área de Influencia de la componente agua superficial tiene una expansión de 2.040 m aguas abajo del punto de descarga y se define en función del régimen permanente de descarga del efluente tratado. Se determinó mediante la Modelación de Cauce Receptor, adjunto en el Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria para el escenario más desfavorable de dicho régimen: estiaje con cambio climático y descarga a caudal máximo horario.

El eventual uso del bypass no forma parte de ese régimen. Se trata de un hecho aislado, de baja probabilidad, cuyo caudal, duración y calidad dependen de las características particulares de cada evento: la intensidad y distribución de la precipitación, el estado de la red y la condición hidrológica del cauce. Por ello, no constituye una condición de borde representativa para delimitar un área de influencia.

Sin perjuicio de lo anterior, el análisis de los aspectos solicitados, presentado a continuación, se efectuó para la condición más desfavorable. Este análisis permite acreditar que el eventual uso del bypass no genera efectos permanentes que justifiquen ampliar el Área de Influencia del Proyecto. Su efecto es transitorio, se restringe a la duración del evento y se gestiona mediante medidas de contingencia.

**Análisis de los aspectos solicitados**

**i. Cambio en la calidad del agua**

El eventual uso del bypass genera una alteración transitoria de la calidad del agua del Río Arenas, ya que el caudal derivado no recibe tratamiento biológico ni desinfección. La magnitud de esta alteración está acotada por tres condiciones propias de la contingencia:

- **Dilución en la red.** El caudal derivado corresponde a agua servida pretratada y altamente diluida por las aguas lluvias, que representan aproximadamente el 84 % del caudal en la condición más desfavorable.
- **Dilución en el cauce.** Aun considerando conservadoramente el caudal medio invernal del Río Arenas con cambio climático (0,231 m³/s), sin incorporar el aumento de caudal que el propio evento genera, la relación de dilución alcanza aproximadamente 7:1 en la condición más desfavorable y 70:1 con la fracción de ingreso de diseño. Durante una precipitación del

orden de 90 mm diarios, el caudal del río es sustancialmente superior a su caudal medio invernal, por lo que la dilución efectiva es mayor.

- **Condición natural del cauce en crecida.** Durante eventos de precipitación intensa, el Río Arenas transporta naturalmente altas cargas de sedimentos en suspensión, materia orgánica y otros compuestos arrastrados por la escorrentía superficial de su cuenca. Por ello, el aporte del bypass tiene una incidencia relativa menor sobre los parámetros asociados a sólidos y materia orgánica.

En consecuencia, el principal efecto corresponde a un aumento transitorio de los parámetros microbiológicos durante el evento, con incrementos menores de DBO5, nutrientes y sólidos suspendidos. El efecto cesa una vez que el caudal afluente vuelve a ser inferior a la capacidad de tratamiento de la PTAS. El cauce recupera entonces la condición del régimen permanente evaluado en la Modelación de Cauce Receptor.

Dado que el efecto se produce sobre la calidad microbiológica del agua, las medidas asociadas se orientan a la protección de los usuarios aguas abajo.

**ii. Cambio en el patrón de infiltración o recarga**

El uso del bypass no modifica el patrón de infiltración o recarga. El caudal derivado se conduce mediante una tubería cerrada, la misma del efluente tratado, directamente al Río Arenas. No se considera infiltración, disposición en suelo ni descarga a aguas subterráneas. Además, el bypass no incorpora obras ni superficies impermeables adicionales a las ya evaluadas para la PTAS.

El caudal derivado corresponde mayoritariamente a aguas lluvias que ingresaron a la red de alcantarillado. Esas aguas habrían escurrido igualmente de forma superficial durante un evento de esta magnitud, en el que los suelos de tipo ñadi del sector se encuentran saturados. Por lo tanto, no se identifica un mecanismo de impacto sobre la recarga de aguas subterráneas.

**iii. Alteración de cauces y riberas**

El uso del bypass no requiere nuevas obras, nuevos puntos de descarga, rectificaciones, canalizaciones ni modificaciones de las riberas. El caudal derivado utiliza el mismo trazado y la misma obra de descarga considerados para la operación normal de la PTAS, descritos en el PAS 156 (Anexo 3.4 de la Adenda). En la condición más desfavorable, el caudal total descargado durante el evento alcanza aproximadamente 73 L/s. Este caudal es inferior a la capacidad de diseño de la obra de descarga, y se incorpora a un cauce en condición de crecida. Por lo tanto, no se prevé una alteración física de las riberas ni de la morfología del Río Arenas.

**iv. Alteración del régimen de caudales**

La activación del bypass produce un aumento transitorio del caudal descargado al Río Arenas. En la condición más desfavorable, este aumento equivale a aproximadamente un 14 % del caudal medio invernal del río, y con la fracción de ingreso de diseño, a aproximadamente un 1,4 %. Ambos porcentajes son inferiores en proporción a los caudales que el cauce transporta durante una precipitación de esta magnitud.

Esta variación no modifica el régimen hidrológico del cauce, por las siguientes razones:

- Se produce solo durante una contingencia de baja probabilidad.
- Cesa una vez recuperada la capacidad de tratamiento y ecualización.
- No implica extracción, regulación ni derivación del caudal natural del río.
- Corresponde mayoritariamente a aguas lluvias que, durante el evento, escurrirían igualmente hacia los cauces del sector.

El caudal y la duración de cada evento quedan registrados mediante la canaleta Parshall del bypass.

**v. Aumento de la zona de inundación**

El aporte del bypass no incrementa de manera relevante la zona de inundación del Río Arenas. En la condición más desfavorable, el caudal total descargado por el Proyecto durante el evento es de aproximadamente 73 L/s. Ese caudal se suma a un cauce que, durante una precipitación de período de retorno superior a 40 años, transporta caudales de crecida varias veces superiores a su caudal medio invernal. El análisis hidráulico de la descarga sobre los niveles de agua del Río Arenas, muestra que la descarga a caudal máximo horario genera una variación casi imperceptible del nivel de agua con caudales medios de invierno y estiaje. En condición de crecida, la proporción entre el caudal descargado y el caudal del río es aún menor, por lo que su incidencia sobre los niveles y áreas inundables es menor.

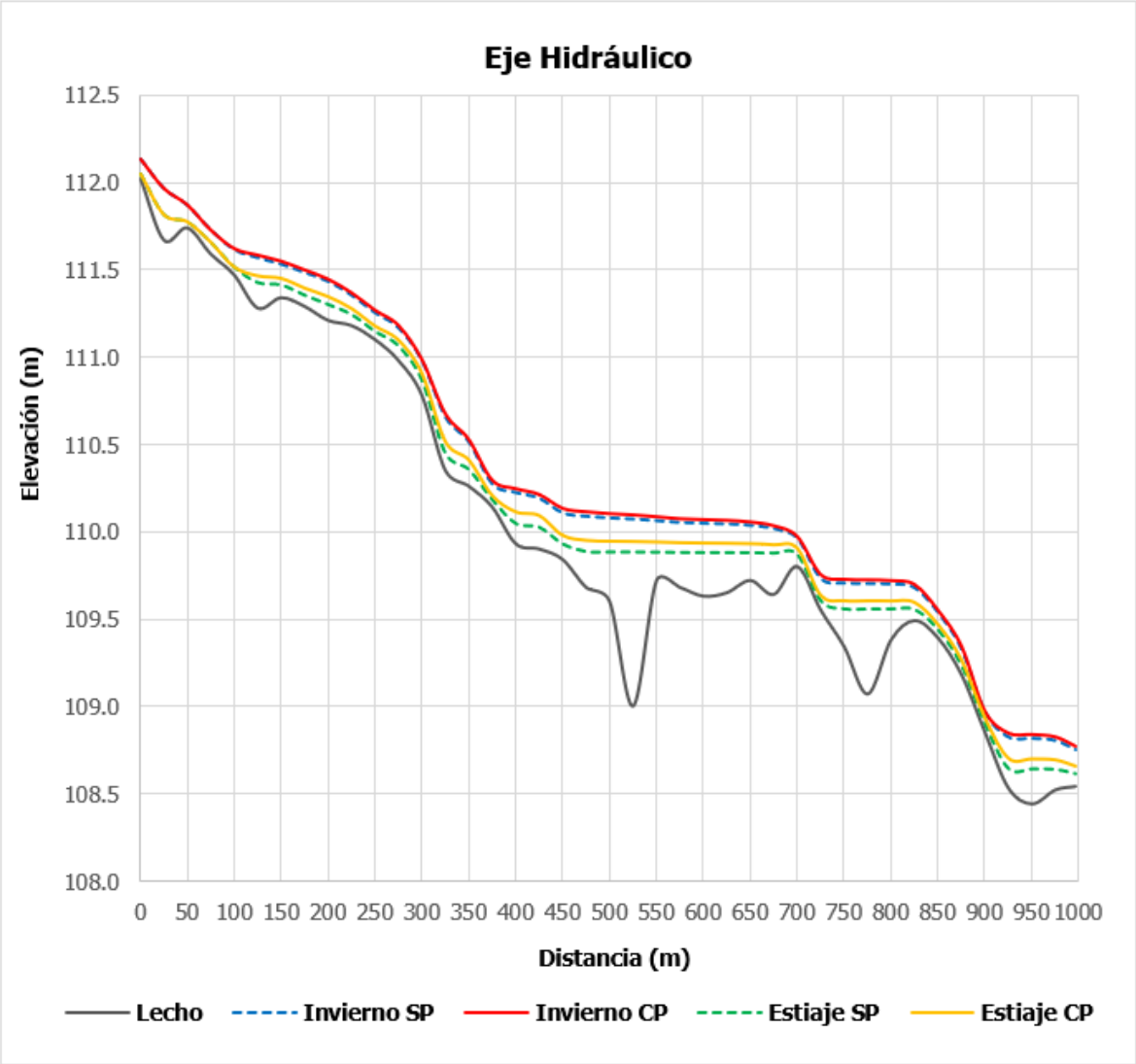



**Figura 12. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

### vi. Alteración del régimen sedimentológico

El caudal derivado por el bypass pasa por el pretratamiento de la PTAS, que retiene los sólidos gruesos y las arenas antes de su descarga. Por ello, su aporte de sedimentos se limita a sólidos finos en suspensión, altamente diluidos por las aguas lluvias, y se incorpora a un cauce que, en condición de crecida, transporta naturalmente altas cargas de sedimentos arrastrados desde su cuenca. A esto se suma el carácter transitorio del evento y la ausencia de obras sobre el lecho o modificaciones de

la geometría del cauce. Por lo tanto, el uso del bypass no altera los procesos de erosión, transporte o depositación de sedimentos del Río Arenas.

**Tabla 36. Síntesis del análisis de efectos del uso del bypass según los criterios del artículo 6 del RSEIA**

| Aspecto | Magnitud | Duración | Extensión | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| i. Calidad del agua | Aumento transitorio de parámetros microbiológicos; incrementos menores de DBO5, nutrientes y sólidos, con dilución de 7:1 a 70:1 | Limitada al evento | Tramo del Río Arenas aguas abajo de la descarga, durante el evento | Efecto transitorio y reversible, gestionado mediante el Plan de Contingencias y el CAV |
| ii. Infiltración o recarga | Sin mecanismo de efecto | — | — | No se genera |
| iii. Cauces y riberas | Sin nuevas obras ni intervenciones físicas | — | Obra de descarga existente | No se genera |
| iv. Régimen de caudales | Aumento de 1,4 % a 14 % del caudal medio invernal | Limitada al evento | Punto de descarga | Variación transitoria, no modifica el régimen |
| v. Zona de inundación | Aporte menor frente a los caudales de crecida | Limitada al evento | Limitado a la descarga | No se genera un incremento relevante |
| vi. Régimen sedimentológico | Sólidos finos diluidos, tras el pretratamiento | Limitada al evento | Punto de descarga | No se genera |

Fuente: Elaboración propia.

**5. Medidas de control del escenario de contingencia**

El eventual uso del bypass se gestiona mediante las siguientes medidas:

- **Plan de Contingencias y Emergencias, riesgo "Caudal de ingreso superior al caudal de diseño de la PTAS"** (Anexo 3 de la Adenda Complementaria). Considera el control permanente del caudal de ingreso y del nivel de los estanques ecualizadores, el procedimiento operacional de uso del bypass y la comunicación inmediata a la SISS. También considera el reporte a la SMA y a SERNAPESCA, cuando corresponda, mediante el Sistema de Seguimiento Ambiental.

- **Protocolo de comunicación de riesgo.** Conforme a lo acordado con la SEREMI de Salud, ante el uso del bypass se informará oportunamente a los usuarios y organizaciones comunitarias ubicados aguas abajo del punto de descarga e identificados en el Catastro de Usos del Río Arenas, solicitando la suspensión preventiva de los usos del agua mientras dure la contingencia y comunicando su término.

El uso del bypass corresponde a una contingencia de baja probabilidad de ocurrencia, asociada a precipitaciones con un período de retorno superior a 40 años. En la condición más desfavorable, su principal efecto es una alteración transitoria de la calidad microbiológica del Río Arenas, limitada a la duración del evento y atenuada por la dilución en la red y en el cauce en crecida. No se identifican mecanismos que generen modificaciones sobre la recarga de aguas subterráneas, la morfología del cauce y sus riberas, el régimen de caudales, las zonas de inundación ni la dinámica sedimentológica.

Por lo tanto, conforme al artículo 6 del RSEIA, el uso del bypass no genera efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, y no corresponde redefinir el Área de Influencia del Proyecto en función de esta contingencia. Su efecto transitorio se gestiona mediante el Plan de Contingencias y Emergencias.

**Tabla 37. Plan de Contingencias y emergencias - Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS**

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| Fase del proyecto a la queaplica | Operación. |
| Emplazamiento, parte,obra o acción asociada | Todas las partes, obras y acciones del proyecto |
| Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia | La PTAS contará con sistemas de ecualización destinados a amortiguar variaciones temporales del caudal de ingreso. El Operador y/o Supervisor controlará regularmente el caudal afluente, el nivel de los estanques ecualizadores, la concentración de biomasa en el reactor y las líneas de recirculación. Asimismo, se procederá de acuerdo con el procedimiento de control y uso del bypass establecido para la PTAS. El bypass constituye una medida excepcional y será utilizado únicamente cuando las medidas operacionales y la capacidad disponible de ecualización no permitan manejar el caudal afluente. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>Se mantendrá registro de los caudales de ingreso y de los principales parámetros operacionales asociados al funcionamiento de la PTAS.<br><br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>En caso de detectarse un incremento anormal del caudal, el Operador y/o Supervisor verificará la capacidad disponible de los estanques ecualizadores y la respuesta de las unidades de tratamiento.<br>En caso de activación del bypass, se registrará al menos la fecha y hora de inicio, duración del evento, caudal involucrado, causa probable y medidas adoptadas |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| descripción detallada | |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Cuando el caudal de ingreso supere la capacidad máxima de diseño hidráulico y no sea posible controlar el evento mediante la capacidad de ecualización y las medidas operacionales disponibles, se procederá conforme al procedimiento de uso del bypass. Se informará inmediatamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios sobre su utilización. Paralelamente, se activará el protocolo de comunicación de riesgo contenido en el Plan Comunicacional del Proyecto, informando oportunamente a los vecinos, familias, usuarios y organizaciones comunitarias identificados en el Catastro de Usos del río Arenas ubicados aguas abajo del punto de descarga. La comunicación indicará la ocurrencia del evento y solicitará, de manera preventiva, suspender temporalmente la captación, contacto directo y demás usos del agua del río mientras se mantenga la situación de emergencia. Esta comunicación considerará especialmente a aquellas viviendas o familias que no cuenten con APR y a quienes pudiesen recurrir al río durante interrupciones del abastecimiento, períodos de estiaje o situaciones de escasez hídrica. Una vez controlada la emergencia, se comunicará el término de la condición de contingencia por los mismos canales utilizados para la alerta. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan | La activación de las acciones de emergencia será comunicada a la Superintendencia del Medio Ambiente de acuerdo con a lo instruido en el Oficio SISS N°384/2018, que instruye sobre aliviaderos de emergencia. A su vez se informará al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, cuando corresponda, mediante un reporte que contenga fecha, lugar, descripción del evento, medidas adoptadas y registros asociados, el que será ingresado mediante el sistema correspondiente de la SMA. Sin perjuicio de lo anterior, la activación del protocolo comunitario se realizará tan pronto como se constate una condición que pueda comprometer la calidad normal de la descarga o implique la utilización del bypass. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria

## IV. Ficha resumen para cada fase del proyecto o actividad

**Se solicita actualizar este capítulo.**

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado por la Autoridad. En ese sentido se indica que en la ficha resumen se actualizó, rectificó y amplió los antecedentes presentados según las distintas materias abordadas en la presente Adenda complementaria. Dicho documento se puede encontrar adjunto en el Anexo 1 de la Adenda complementaria.

## V. Compromisos Voluntarios

**5.1. Respecto a las respuestas 4.10.2, 7.4, 7.5 y 7.6, el Titular señala que, en caso de que al término del segundo año no se cumplan los indicadores principales establecidos para evaluar la recuperación de los pastelones de Sphagnum magellanicum, se evaluará extender el seguimiento por 1 año adicional o hasta verificar la estabilización de la cubierta vegetal, incorporando medidas correctivas específicas según los resultados observados. Al respecto, se solicita:**

**a) Aclarar la oportunidad en que se realizará la primera evaluación de sobrevivencia, establecimiento y condición de los pastelones repuestos. Lo anterior, considerando que eventuales procesos de desecación, pérdida de cobertura, mortalidad, subsidencia, alteración de la microtopografía o cambios en las condiciones hídricas del sustrato pueden manifestarse durante etapas tempranas de la recuperación, por lo que no se encuentra suficientemente justificado esperar hasta el término del segundo año para adoptar medidas correctivas.**

**b) Justificar el plazo propuesto para la activación de medidas correctivas y establecer umbrales o criterios que permitan su implementación oportuna durante el periodo de seguimiento.**

**c) Detallar las "medidas correctivas específicas" señaladas en el último párrafo de la respuesta 7.6, indicando, las acciones que se implementarán frente a pérdida de sobrevivencia o cobertura de Sphagnum, desecación de los pastelones, alteraciones de la humedad o del nivel freático, pérdida de contacto con el sustrato, modificación de la microtopografía u otras condiciones que comprometan la recuperación del área intervenida, junto con los respectivos indicadores de éxito, plazos de implementación y mecanismos de verificación.**

**d) Se solicita presentar una caracterización del sustrato/turba y de las condiciones de humedad, nivel freático y drenaje que podrían verse afectadas por las zanjas. Para las acciones comprometidas, se debe considerar el cumplimiento de la Ley N°21.660.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y en atención a lo solicitado, se complementa y actualiza el Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales y Compromiso Ambiental Voluntario denominado "Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* en el trazado de descarga", adelantando la primera evaluación de la medida, incorporando criterios de alerta temprana, medidas correctivas específicas y variables asociadas al sustrato y régimen hídrico del área intervenida.

El objetivo de estos ajustes es que la recuperación de los pastelones sea evaluada desde etapas tempranas y que las acciones correctivas se implementen durante el proceso de establecimiento, sin esperar al término del segundo año de seguimiento.

**a) Oportunidad de la primera evaluación**

Se modifica la oportunidad establecida originalmente para evaluar la efectividad de la medida. La primera evaluación formal de sobrevivencia, establecimiento y condición de los pastelones se realizará a los 6 meses contados desde su reposición.

Adicionalmente, se contará con un registro de la condición inmediatamente posterior a la reposición, el cual constituirá la condición de referencia post-intervención para las campañas posteriores.

A partir de dicha primera evaluación se continuará con una frecuencia semestral, de manera que el seguimiento comprenderá, como mínimo, las siguientes campañas.

**Tabla 38. Oportunidad de desarrollo de campañas de evaluación**

| Campaña | Oportunidad |
|---|---|
| Condición inicial | Previo a la intervención |
| Condición post-reposición | Inmediatamente después de reinstalar los pastelones |
| Campaña 1 | 6 meses |
| Campaña 2 | 12 meses |
| Campaña 3 | 18 meses |
| Campaña 4 | 24 meses |

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, cualquier proceso de desecación, pérdida de cobertura, mortalidad, subsidencia, pérdida de contacto con el sustrato o alteración de las condiciones hídricas podrá ser identificado y corregido tempranamente.

Este ajuste reemplaza el enfoque anterior, en el cual las medidas correctivas quedaban asociadas principalmente a la evaluación del segundo año. La Adenda vigente efectivamente establecía que, solo al término de dicho período, se evaluaría extender el seguimiento e implementar medidas específicas.

**b) Criterios para la activación de medidas correctivas**

Las medidas correctivas no quedarán condicionadas al término del segundo año, sino que podrán ser activadas desde la campaña de los 6 meses, o antes si durante inspecciones de obra se detecta una condición manifiesta que comprometa la viabilidad de los pastelones.

Los indicadores correspondientes a sobrevivencia, cobertura, humedad, vigor, integridad, recolonización y presencia de invasoras se sustentan en los parámetros ya incorporados en la Adenda.

La incorporación de nivel freático, microtopografía y drenaje complementa el compromiso y permite verificar que la instalación de la tubería no produzca una modificación persistente de las condiciones hídricas necesarias para la mantención de la cubierta vegetal.

**c) Medidas correctivas específicas**

Cuando se verifique alguno de los criterios de alerta anteriores, las medidas se definirán en función de la causa identificada y se implementarán sin esperar a la siguiente campaña semestral.

**Tabla 39. Medidas correctivas especificas**

| Condición detectada | Medida correctiva | Plazo | Indicador de efectividad |
|---|---|---|---|
| **Desecación de pastelones** | Recuperar condiciones de humedad mediante manejo localizado y, cuando corresponda, riego controlado con agua limpia no clorada, evitando inundación o alteraciones artificiales permanentes | Inicio dentro de los 5 días siguientes a la verificación | Recuperación de humedad y ausencia de progresión del tejido seco |
| **Pérdida de contacto con sustrato** | Reacomodo manual del pastelón, eliminación de espacios de aire y restitución del contacto directo con sustrato húmedo | Dentro de 10 días | Pastelón estable y completamente apoyado |
| **Desplazamiento, erosión o pérdida de microtopografía** | Reacomodo de pastelones y restitución de la microtopografía superficial utilizando material compatible proveniente de la propia intervención | Dentro de 10 días | Superficie estable, sin erosión ni desniveles anómalos |
| **Alteración de humedad o nivel freático** | Diagnóstico de la causa y revisión de la restitución de la zanja, compactación y continuidad del sustrato; corrección de eventuales vías preferenciales de drenaje | Diagnóstico dentro de 10 días y corrección tan pronto como las condiciones de terreno lo permitan | Recuperación de comportamiento comparable con sector control |
| **Drenaje preferencial asociado a la zanja** | Restituir continuidad del sustrato y microtopografía para evitar que la zanja opere como vía artificial de evacuación de agua | Dentro de 30 días desde el diagnóstico | Ausencia de flujo preferencial y recuperación de humedad |
| **Sobrevivencia o cobertura insuficiente** | Reacomodo de material viable y utilizando solo material del extraído previamente y mantenido la baja trazabilidad | Dentro de 30 días | Incremento o estabilización de tejido vivo y cobertura |
| **Especies invasoras/competidoras** | Remoción manual selectiva, evitando perturbación adicional de *Sphagnum* | Dentro de 10 días desde su identificación | Reducción de cobertura de especies competidoras |
| **Subsidencia** | Reposición de la microtopografía y ajuste del sustrato de soporte sin | Dentro de 30 días | Recuperación de cota y estabilidad superficial |

| Condición detectada | Medida correctiva | Plazo | Indicador de efectividad |
|---|---|---|---|
| | introducir materiales incompatibles | | |

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, si a los 24 meses no se cumplen los indicadores principales, el seguimiento se extenderá por al menos un año adicional, manteniéndose las acciones correctivas hasta verificar la estabilización de la cubierta vegetal. El cierre del seguimiento deberá fundarse en resultados que acrediten la recuperación de las variables comprometidas y no únicamente en el transcurso del plazo.

**d) Caracterización del sustrato, humedad, nivel freático y drenaje**

Los antecedentes presentados en la Adenda indican que el sector presenta materia orgánica superficial, restos vegetales, raíces y musgos, además de condiciones locales de saturación. Las dos calicatas ejecutadas no identificaron depósitos o estratos de turba que permitieran caracterizar el sector como una turbera propiamente tal.

No obstante, considerando que dichas calicatas tuvieron como objeto una caracterización general del suelo, antes de la ejecución de la zanja se realizará una caracterización específica de la franja con presencia de *Sphagnum magellanicum*.

**Tabla 40. Caracterización general del suelo.**

| Variable | Caracterización |
|---|---|
| **Sustrato** | Descripción del perfil, material superficial, espesor del horizonte orgánico y características del sustrato inmediatamente bajo la cubierta de *Sphagnum*. |
| **Presencia de turba** | Verificación específica de presencia o ausencia de acumulaciones de material orgánico que puedan corresponder a turba. |
| **Humedad** | Registro de humedad en la franja a intervenir y en puntos control no intervenidos. |
| **Nivel freático** | Medición de profundidad respecto de la superficie en puntos representativos del área de intervención y control. |
| **Microtopografía** | Registro de cotas y características superficiales antes de la excavación. |
| **Drenaje** | Identificación de dirección de escurrimiento superficial, sectores saturados, empozamientos y eventuales vías preferenciales de drenaje. |
| **Cubierta de *Sphagnum*** | Cobertura, condición, vigor y distribución previa a la intervención. |

Fuente: Elaboración propia.

Los mismos puntos o sectores de referencia serán utilizados, en la medida técnicamente posible, para comparar la condición pre-intervención, post-reposición y seguimiento posterior.

Respecto de la Ley N°21.660 sobre Protección Ambiental de las Turberas, se tendrá presente que ésta tiene como objeto la conservación de las turberas, prohíbe la extracción de turba en todo el territorio nacional y establece que el manejo sustentable de la cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* debe resguardar la estructura y funciones del ecosistema.

En este contexto, el Proyecto no contempla extracción ni explotación de turba, ni cosecha o comercialización de *Sphagnum*. El proyecto considera exclusivamente el retiro temporal y reposición de la cubierta vegetal dentro de la misma franja intervenida. Si la caracterización específica previa a las obras llegase a identificar un depósito de turba o antecedentes que permitan reconocer una turbera en el sector directamente intervenido, se deberá revisar previamente el procedimiento constructivo y adoptar las medidas y autorizaciones sectoriales que correspondan, asegurando en todo caso el cumplimiento de la Ley N°21.660. A continuación se presenta el Compromiso Ambiental Voluntario

**Tabla 41. Compromiso Ambiental Voluntario - Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de Sphagnum magellanicum en el trazado de descarga**

| **Compromiso Ambiental Voluntario – Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* en el trazado de descarga.** | |
|---|---|
| **Impacto asociado** | Alteración temporal y acotada de la cubierta vegetal de Sphagnum magellanicum; no genera impacto significativo |
| **Fase del proyecto a la que aplica** | Fase de construcción y operación |
| **Objetivo, descripción y justificación** | Objetivo: Minimizar la afectación temporal de la cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* presente en el área de intervención del trazado de descarga, mediante el retiro controlado en pastelones, almacenamiento temporal bajo condiciones que mantengan su viabilidad, reposición en el mismo sitio de origen y seguimiento de su sobrevivencia y recuperación.<br>Descripción: Para la implementación del trazado de descarga de la PTAS se contempla la ejecución de obras de excavación en una franja aproximada de 150 $m^2$, en un sector que presenta presencia de *Sphagnum magellanicum*. Previo al inicio de las excavaciones, se delimitará la franja de intervención y se realizará un registro fotográfico y georreferenciado de la condición inicial. El retiro se efectuará de manera superficial, mediante herramientas manuales o menores, procurando mantener la integridad de los pastelones, su humedad y trazabilidad. El material vegetal será retirado junto con su sustrato inmediato, evitando su mezcla con el material de excavación.<br><br>Los pastelones serán almacenados temporalmente dentro del área de faena, en un sector próximo a la intervención y protegido del tránsito de maquinaria, radiación solar directa, viento y contaminación con material de excavación. Durante este período se mantendrán condiciones de humedad mediante riego controlado con agua limpia no clorada o agua proveniente del propio sector.<br><br>Una vez instalada la tubería de descarga, rellenada la zanja y restituida la superficie del terreno, los pastelones serán repuestos en el mismo sector de origen, procurando mantener el contacto directo con el sustrato húmedo y restituir, en la medida de lo posible, las condiciones de microtopografía existentes previo a la intervención.<br><br>En atención a que la intervención proyectada corresponde a una afectación acotada, lineal y temporal, la metodología considera la conservación del material vegetal superficial y su posterior reposición en el mismo ambiente desde el cual fue retirado, evitando su dispersión o traslado fuera del área del proyecto.<br><br>En la siguiente figura se puede observar la zona que sería afectada por las obras. |

<table>
<tr><th colspan="3">Compromiso Ambiental Voluntario – Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de Sphagnum magellanicum en el trazado de descarga.</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">

<br>Justificación: Minimizar la afectación temporal sobre la cubierta vegetal de Sphagnum magellanicum presente en el trazado de descarga, mediante su retiro superficial controlado, almacenamiento temporal, reposición en el mismo sitio de origen y seguimiento de su recuperación.</td></tr>
<tr><td>Lugar, forma y oportunidad de implementación</td><td colspan="2">Lugar: Obras de descarga de aguas tratadas de la PTAS al río Arenas, específicamente en la franja de intervención asociada al trazado de la tubería de descarga donde se identifica presencia de Sphagnum magellanicum.<br>Forma: Previo al inicio de las obras se delimitará y georreferenciará el área de intervención y se registrará fotográficamente su condición inicial. Posteriormente, se realizará el retiro superficial y manual o mediante herramientas menores de la cubierta vegetal en pastelones, manteniendo separado el material vegetal vivo del material de excavación. Los pastelones serán acopiados temporalmente dentro del área de faena, protegidos del tránsito de maquinaria, radiación solar directa, viento y contaminación, manteniendo condiciones adecuadas de humedad mediante riego controlado con agua limpia no clorada o agua del propio sector. Finalizadas las obras, los pastelones serán repuestos en el mismo sitio de origen, procurando mantener su contacto con el sustrato húmedo y restituir la microtopografía del terreno.<br>Oportunidad: Durante la fase de construcción, previo al inicio de las excavaciones asociadas a la instalación de la tubería de descarga, durante el período de ejecución de las obras y hasta la reposición de los pastelones una vez finalizado el relleno y restitución de la superficie intervenida. Posteriormente, se realizarán seguimientos semestrales, correspondientes a períodos de invierno y verano, durante dos años posteriores a la reposición.</td></tr>
<tr><td>Indicador que acredite su cumplimiento</td><td colspan="2">Se realizará un informe por campaña donde se indicarán los siguientes parámetros:
<table>
<tr><th>Parámetro</th><th>Método de evaluación</th><th>Indicador de éxito</th></tr>
<tr><td>Sobrevivencia de pastelones</td><td>Inspección visual y registro fotográfico georreferenciado</td><td>Al menos 70% de los pastelones con tejido vivo al primer año</td></tr>
<tr><td>Cobertura viva de Sphagnum</td><td>Fotocuadrantes o cuadrantes permanentes en la franja repuesta</td><td>Al menos 70% de cobertura viva respecto de la condición inicial o</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

| **Compromiso Ambiental Voluntario – Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* en el trazado de descarga.** | | | |
|---|---|---|---|
| | | | sector control al segundo año |
| | **Humedad superficial** | Observación de humedad del sustrato y, cuando corresponda, medición instrumental simple | Condiciones húmedas comparables con sectores no intervenidos del entorno |
| | **Coloración y vigor del musgo** | Evaluación visual de tejido vivo, seco o deteriorado | Predominio de tejido vivo y ausencia de desecación generalizada |
| | **Integridad física de los pastelones** | Inspección de desplazamiento, compactación, erosión o pérdida de material | Pastelones estables, sin erosión o pérdida significativa |
| | **Recolonización de bordes** | Observación de continuidad entre pastelón repuesto y cubierta colindante | Evidencia de integración o crecimiento lateral hacia los bordes |
| | **Presencia de especies competidoras o invasoras** | Registro visual en la franja repuesta | Sin aumento significativo de especies invasoras respecto de la condición inicial |
| | Cada informe integrará los resultados de las campañas anteriores y los comparará con la condición de línea base previa a la intervención, la condición inmediatamente posterior a la reposición y, cuando sea posible, sectores control no intervenidos con presencia de *Sphagnum*. | | |
| **Forma de control y seguimiento** | Previo a la intervención se realizará una caracterización de línea base específica de la franja a intervenir.<br>Inmediatamente después de la reposición se levantará un registro de la condición post-obra.<br>Posteriormente se efectuarán campañas a los 6, 12, 18 y 24 meses desde la reposición, procurando mantener representatividad estacional de invierno y verano.<br>Las medidas correctivas se podrán implementar desde la primera campaña de los 6 meses, o antes si se detectan condiciones evidentes de deterioro.<br>Si al término de los 24 meses no se cumplen los indicadores principales, el seguimiento se extenderá por un año adicional, manteniéndose hasta verificar la estabilización de la cubierta vegetal y de las condiciones hídricas que sustentan su recuperación. | | |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales, asociado al manejo de la cubierta vegetal en el trazado de descarga.

**Tabla 42. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales - Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de Sphagnum magellanicum en el trazado de descarga**

| **Plan de seguimiento de la variable ambiental - Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* en el trazado de descarga** | |
|---|---|
| **Fase del proyecto o actividad** | Fase de construcción y operación |
| **Componente ambiental** | Flora y vegetación |
| **Impacto ambiental asociado** | Alteración temporal y acotada de la cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum*; no genera impacto significativo |
| **Medida asociada** | La medida contempla el retiro superficial y controlado de la cubierta vegetal en pastelones, su almacenamiento temporal. |
| **Ubicación puntos de control** | Franja de intervención asociada al trazado de la tubería de descarga de la PTAS hacia el río Arenas, particularmente el sector donde se identifica presencia de *Sphagnum magellanicum*. Se establecerán puntos o cuadrantes permanentes de monitoreo dentro del área repuesta. |
| **Parámetros para monitorear** | • Sobrevivencia de pastelones (% de unidades con tejido vivo).<br>• Cobertura viva de *Sphagnum* (%).<br>• Humedad superficial del sustrato.<br>• Coloración/vigor.<br>• Recolonización de bordes.<br>• Presencia de especies competidoras o invasoras.<br>• Integridad física de los pastelones (compactación, erosión, desplazamiento o pérdida de material). |
| **Límites permitidos o comprometidos** | • Al menos 70% de los pastelones con tejido vivo al primer año de seguimiento.<br>• Al menos 70% de cobertura viva respecto de la condición inicial o sector control al segundo año.<br>• Condiciones de humedad comparables con sectores no intervenidos del entorno.<br>• Predominio de tejido vivo y ausencia de desecación generalizada.<br>• Pastelones estables, sin erosión o pérdida significativa.<br>• Evidencia de integración o crecimiento lateral hacia los bordes.<br>• Sin aumento significativo de especies invasoras respecto de la condición inicial. |
| **Duración y frecuencia del plan de seguimiento** | Previo a la intervención se realizará una caracterización de línea base específica de la franja a intervenir.<br>Inmediatamente después de la reposición se levantará un registro de la condición post-obra.<br>Posteriormente se efectuarán campañas a los 6, 12, 18 y 24 meses desde la reposición, procurando mantener representatividad estacional de invierno y verano.<br>Las medidas correctivas se podrán implementar desde la primera campaña de los 6 meses, o antes si se detectan condiciones evidentes de deterioro.<br>Si al término de los 24 meses no se cumplen los indicadores principales, el seguimiento se extenderá por un año adicional, manteniéndose hasta verificar la estabilización de la cubierta vegetal y de las condiciones hídricas que sustentan su recuperación. |

| **Plan de seguimiento de la variable ambiental - Manejo, resguardo y reposición de cubierta vegetal de *Sphagnum magellanicum* en el trazado de descarga** | |
|---|---|
| **Método o procedimiento de medición** | Se realizarán inspecciones en terreno mediante observación directa, cuadrantes o fotocuadrantes permanentes, registros fotográficos georreferenciados y mediciones de los parámetros comprometidos.<br>Para las variables hídricas se efectuarán mediciones comparables entre el área intervenida y puntos control, registrando humedad del sustrato, profundidad del nivel freático, condiciones de drenaje y microtopografía.<br>Cada campaña será comparada con:<br>1. La condición previa a la intervención.<br>2. La condición inmediatamente posterior a la reposición.<br>3. Las campañas anteriores.<br>4. Los sectores control no intervenidos.<br>Cuando se verifique un criterio de alerta se identificará la causa probable y se implementará la medida correctiva correspondiente, registrando posteriormente su efectividad. |
| **Plazo o frecuencia de informe** | Se elaborará un informe por cada campaña de seguimiento, es decir, a los 6, 12, 18 y 24 meses posteriores a la reposición.<br>Cada informe incluirá ubicación georreferenciada de los puntos de seguimiento, registro fotográfico, resultados de las variables vegetacionales, hídricas y del sustrato, comparación con línea base, condición post-reposición, sector control y campañas anteriores, identificación de criterios de alerta, medidas correctivas implementadas y evaluación de su efectividad.<br>En caso de extenderse el seguimiento, se continuará con informes semestrales hasta verificar la estabilización de la cubierta vegetal y de las condiciones que sustentan su recuperación. |

Fuente: Elaboración propia.

**5.2. El CAV asociado al Monitoreo Arqueológico permanente no es incorporado en la Ficha de Resumen del proyecto (Anexo 01), como se indica en la respuesta al punto 4.13.1 de la Adenda, incluyéndose únicamente el CAV de charlas de inducción arqueológica. Se solicita corregir.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y se incorpora la versión actualizada del Compromiso Ambiental Voluntario asociado al Monitoreo Arqueológico Permanente a la ficha resumen del proyecto, presente en el anexo 1 de la Adenda complementaria.

**Tabla 43. Compromiso Ambiental Voluntario - Monitoreo arqueológico permanente**

| Compromiso Ambiental Voluntario - Monitoreo arqueológico permanente | |
|---|---|
| **Impacto asociado** | Potencial afectación del patrimonio arqueológico. |
| **Fase del proyecto a la que aplica** | Fase de construcción. |
| **Objetivo, descripción y justificación** | Objetivo: Realizar seguimiento arqueológico durante las actividades de construcción que impliquen excavaciones y/o movimientos de tierra, con el objeto de detectar oportunamente eventuales hallazgos arqueológicos y asegurar su adecuada protección conforme a la normativa vigente.<br>Descripción: Durante la fase de construcción del Proyecto se realizará monitoreo arqueológico permanente con frecuencia semanal en las unidades clasificadas como susceptibles.<br>El monitoreo comprenderá todas aquellas obras y actividades que impliquen excavaciones y/o movimientos de tierra, incluyendo escarpe, canalizaciones, fundaciones y demás intervenciones subsuperficiales, incorporándose además las zonas de acopio de material proveniente de dichas excavaciones y movimientos de tierra.<br>El monitoreo será realizado por un/a asesor/a en Arqueología cuya información curricular sea acorde con la Res. Ex. N°650 de 2022 del Consejo de Monumentos Nacionales, sobre actualización de antecedentes profesionales para la realización de trabajos en arqueología aplicada.<br>En caso de detectarse un hallazgo arqueológico no previsto, se detendrán las obras en el sector del hallazgo y se procederá conforme al Protocolo ante Hallazgos arqueológicos No Previstos comprometido por el Proyecto, dando aviso al Consejo de Monumentos Nacionales y adoptando las medidas de protección que dicho organismo determine.<br>Justificación: Garantizar la protección y conservación de eventuales bienes arqueológicos que pudieran encontrarse durante las actividades de construcción, considerando que no es posible descartar su presencia en el área de influencia del Proyecto y que determinadas obras implican remoción e intervención del subsuelo. |
| **Lugar, forma y oportunidad de implementación** | Lugar: Área de emplazamiento del proyecto, sector Senda la Vara Sur, comuna de Puerto Montt.<br>Forma: El monitoreo será desarrollado por un/a profesional asesor/a en arqueología que cumpla con los antecedentes profesionales establecidos en la Res. Ex. N°650/2022 del CMN, conforme con frecuencia diaria, mientras se desarrollen excavaciones y/o movimientos de tierra. |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Monitoreo arqueológico permanente | |
|---|---|
| | Oportunidad: El monitoreo se realizará durante toda la fase de construcción, específicamente mientras se ejecuten actividades que impliquen excavaciones, movimientos de tierra o manejo y acopio del material excavado. |
| **Indicador que acredite su cumplimiento** | Elaboración de informes mensuales de monitoreo arqueológico, suscritos por el/la profesional responsable, que den cuenta de las actividades de seguimiento realizadas durante el período.<br>Los informes deberán contener, según corresponda:<br>- Identificación de los frentes y actividades monitoreadas.<br>- Fechas y frecuencia de monitoreo.<br>- Registro de las excavaciones y movimientos de tierra inspeccionados.<br>- Identificación de las unidades arqueológicas monitoreadas.<br>- Registro de las zonas de acopio inspeccionadas.<br>- Registro fotográfico de las actividades.<br>- Resultados del monitoreo.<br>- Identificación y descripción de eventuales hallazgos arqueológicos.<br>- Constancia de los avisos efectuados al CMN cuando corresponda.<br>- Descripción de las medidas implementadas ante un eventual hallazgo.<br>Los informes de monitoreo serán remitidos mensualmente al Consejo de Monumentos Nacionales y estarán suscritos por el/la profesional arqueólogo/a responsable, conforme a lo solicitado por dicha autoridad. |
| **Forma de control y seguimiento** | Remisión mensual al Consejo de Monumentos Nacionales de los informes de monitoreo arqueológico suscritos por el/la profesional responsable.<br>Se mantendrá además registro de las jornadas de monitoreo efectuadas, frentes de trabajo inspeccionados, actividades de movimiento de tierra, zonas de acopio revisadas y registros fotográficos asociados.<br>En caso de detectarse un hallazgo arqueológico no previsto, se aplicará el protocolo comprometido para el Proyecto, incluyendo la detención de las obras en el sector afectado, su delimitación y protección y la comunicación al CMN para que dicho organismo determine las medidas que corresponda implementar. |

Fuente: Ficha resumen, anexo 1 Adenda complementaria

## VI. Participación Ciudadana

**Humedales y conectividad hidrológica**

**Observaciones N°1, 38, 45, 46, 55 (Tomo I)**

**Observaciones N°167, 172, 181 (Tomo II)**

**Observaciones N°261 (Tomo III)**

**Observaciones N°310, 365 (Tomo IV)**

**6.1. En consideración de las observaciones ciudadanas, se solicita al Titular complementar la evaluación de los Humedales La Vara/Los Huilliches, Río Arenas y La Esperanza, incorporando su delimitación cartográfica y caracterización de sus componentes, funciones y relaciones entre los componentes del ecosistema, y justificando técnicamente el Área de Influencia definida.**

**Asimismo, deberá evaluar la conexión entre los cuerpos de agua y el entorno de dichos humedales con el Río Arenas, Estero Chávez y la obra de descarga, considerando los potenciales efectos de la descarga de efluentes tratados durante la construcción y operación del Proyecto. Lo anterior deberá evaluarse considerando las características y funcionamiento ecosistémico de estos sistemas, independientemente de su reconocimiento o condición jurídica o administrativa como humedales.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud y en atención a lo solicitado, se complementa los antecedentes presentados en la Adenda Ciudadana respecto de los humedales y ambientes húmedos existentes en el entorno del Proyecto, particularmente aquellos asociados a La Vara/Los Huilliches, Río Arenas y La Esperanza, incorporando su análisis desde una perspectiva ecosistémica y funcional, independientemente de su reconocimiento, declaración o condición jurídica o administrativa.

En este sentido, se precisa que el análisis de la presente Adenda Complementaria no utilizará la ausencia de incorporación en el Inventario Nacional de Humedales o la inexistencia de una declaratoria formal como fundamento suficiente para descartar una eventual interacción con el Proyecto. Si bien en la Adenda Ciudadana se presentaron antecedentes respecto del estado administrativo de estos sistemas, incluyendo el proceso de reconocimiento del Humedal Los Huilliches/La Vara, el análisis se complementa ahora considerando sus características físicas, biológicas e hidrológicas.

Para estos efectos, se incorpora cartografía georreferenciada que represente, a lo menos, la delimitación de los humedales y ambientes húmedos identificados, la red hidrográfica superficial, el Río Arenas, Estero Chávez, las áreas de drenaje asociadas, las obras del Proyecto, la tubería y punto de descarga y el Área de Influencia del componente hídrico. Dicha cartografía se presenta a continuación:

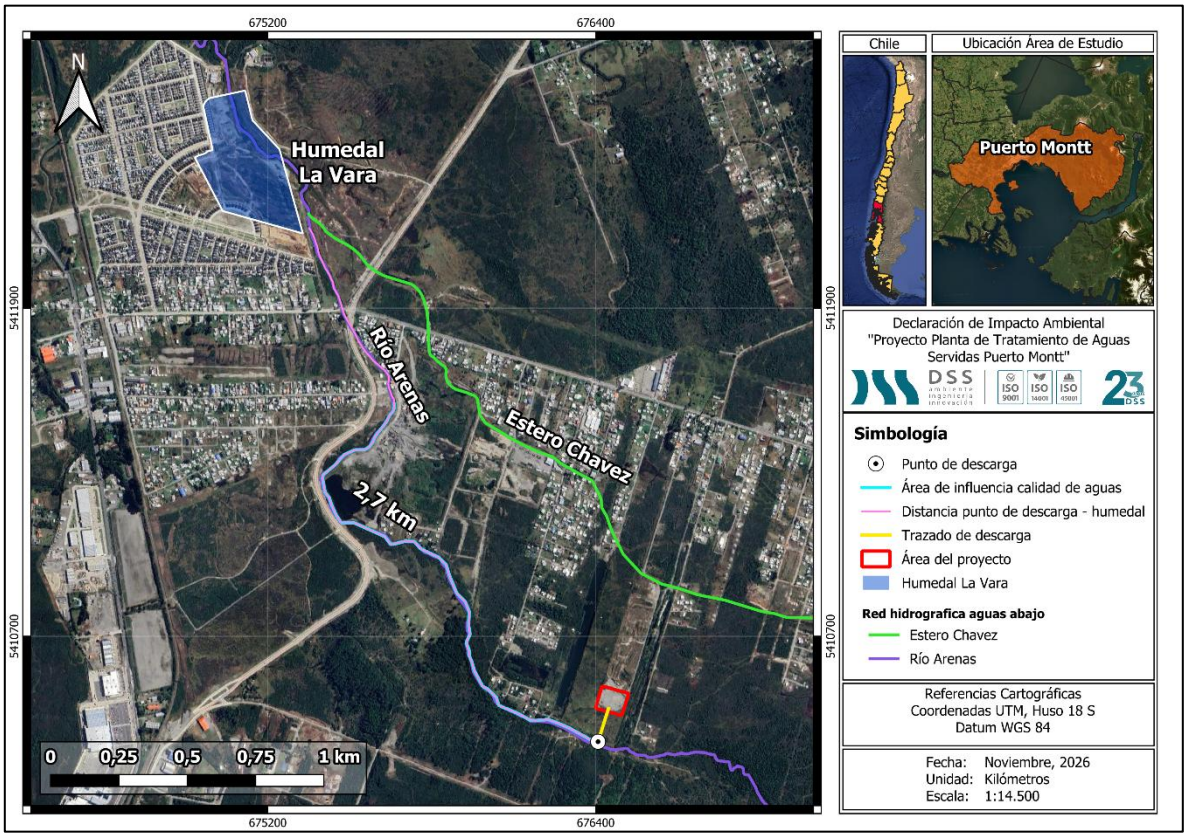



**Figura 13. Distancia entre punto de descarga y "Humedal La Vara"**
Fuente: Elaboración propia en software QGIS

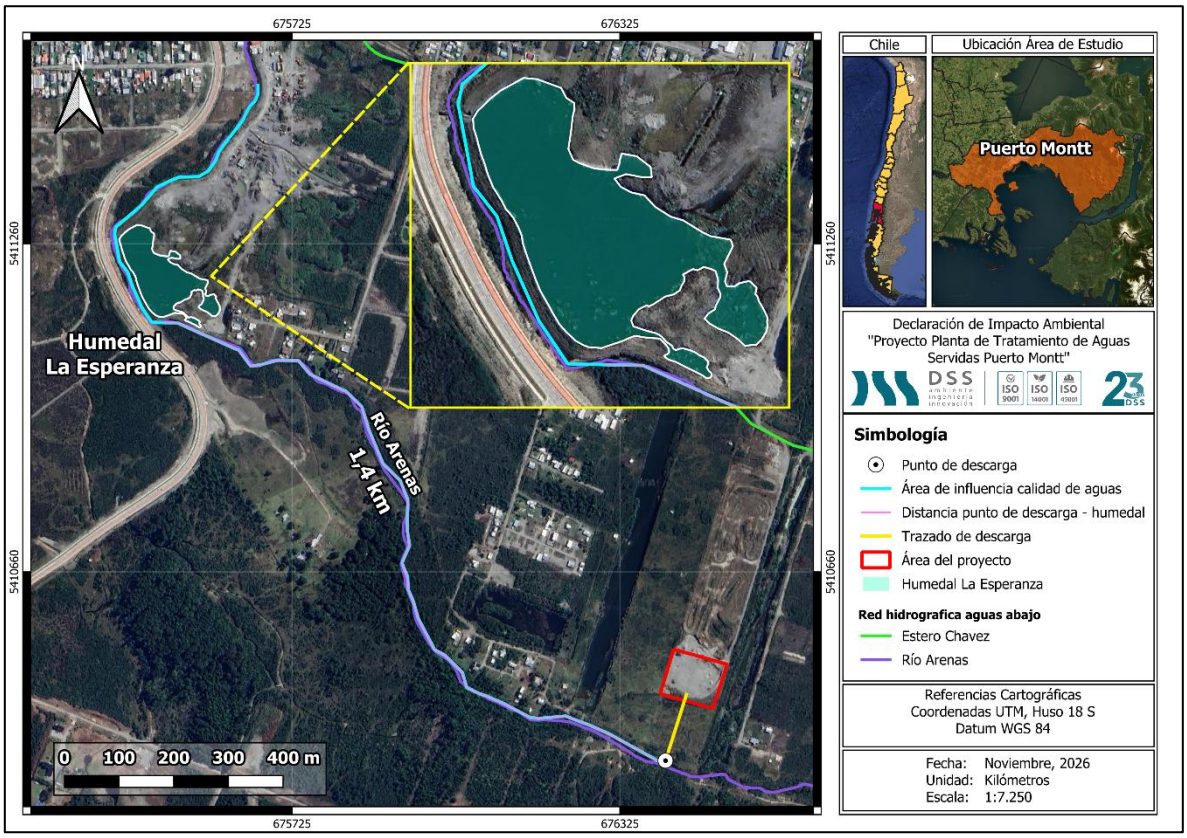



**Figura 14. Distancia entre punto de descarga y "Humedal La Esperanza"**
Fuente: Elaboración propia en software QGIS

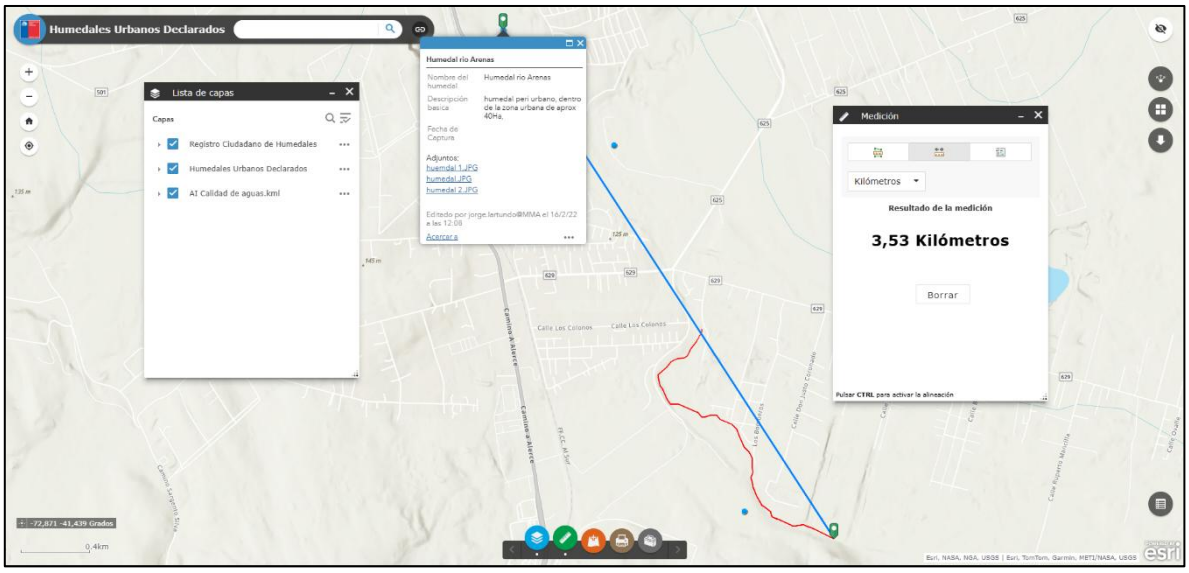



**Figura 15. Distancia entre "Humedal Río Arenas" y Área de Influencia del Proyecto**
Fuente: Geoportal Humedales Urbanos Declarados del MMA; visado el 10/11/2026.

Asimismo, la caracterización integrará, según corresponda para cada sistema, los siguientes elementos: régimen hidrológico y condiciones de saturación; presencia de suelos hídricos y/o materia orgánica; vegetación hidrófita y ribereña; fauna terrestre y acuática; avifauna asociada; conectividad superficial con cursos de agua; continuidad de hábitats; y funciones relacionadas con almacenamiento temporal de agua, conectividad ecológica y provisión de hábitat.

En relación con la conectividad hídrica, se aclara que, para efectos de la presente evaluación ambiental, el análisis se circunscribe al Río Arenas y al tramo comprendido dentro del Área de Influencia determinada mediante la Modelación de Cauce Receptor, definida en función de la extensión espacial de los efectos atribuibles a la descarga del Proyecto. En consecuencia, no se considera dentro del Área de Influencia del Proyecto al Estero Chávez, Río Negro ni Río Maullín, toda vez que éstos se encuentran fuera del ámbito espacial en el cual la modelación identifica efectos atribuibles a la descarga de la PTAS.

Respecto de las fases del Proyecto, se aclara que durante la fase de construcción no existe descarga operacional de efluente tratado. En esta fase, las interacciones potenciales con el medio acuático y los ambientes húmedos se encuentran asociadas principalmente a la ejecución de la tubería y obra de descarga, movimientos de tierra, manejo de aguas lluvias, intervención temporal de la cubierta de *Sphagnum magellanicum* y la intervención acotada del sector ribereño del Río Arenas.

Durante la fase de operación, la interacción potencial se relaciona con la incorporación del efluente tratado al Río Arenas y su comportamiento dentro del tramo definido como Área de Influencia del componente hídrico. Dicho análisis considera la Modelación de Cauce Receptor actualizada, la caracterización limnológica, el escenario de estiaje y cambio climático, la biota acuática y el Plan de Seguimiento de Calidad de Aguas y Limnología del Río Arenas incorporado en la presente Adenda Complementaria.

Asimismo, el eventual funcionamiento del aliviadero de tormenta será considerado como un escenario excepcional de contingencia y no como una condición habitual de operación de la PTAS, analizándose sus eventuales efectos dentro del mismo ámbito espacial de evaluación y verificando que su ocurrencia no determine una extensión de los efectos superior a la considerada para el Área de Influencia.

Finalmente, se precisa que la justificación del Área de Influencia se fundamenta en la extensión espacial de los efectos identificados mediante la Modelación de Cauce Receptor, considerando el escenario más desfavorable evaluado. En consecuencia, la evaluación de los humedales y ambientes húmedos se realizará respecto de aquellos que se encuentren total o parcialmente dentro de dicha área o cuya relación funcional directa con el tramo evaluado del Río Arenas pueda verse afectada por

las obras o acciones del Proyecto. No se extiende, por tanto, la evaluación hacia sistemas hídricos ubicados fuera del alcance espacial de los efectos determinados para el Proyecto.

**6.2. Respecto del humedal Mallinko Abtao Lawal, deberá aclarar y evaluar su eventual conectividad hidrológica o funcional con el Río Arenas y el Área de Influencia del Proyecto, aun considerando la anulación de su condición de Humedal Urbano. En caso de existir conectividad, deberá incorporarla en la evaluación de impactos correspondiente.**

**Para facilitar la comprensión de lo anterior, se solicita incorporar una cartografía o mapa en formato KMZ, que permita visualizar el Área de Influencia, los humedales identificados, el Río Arenas, Estero Chávez, la obra y punto de descarga, y las principales relaciones de conectividad hídrica y ecológica existentes.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Se reconoce que la anulación de la Resolución Exenta N°1.405/2021 del Ministerio del Medio Ambiente, que declaró al Humedal Mallinko Abtao Lawal como Humedal Urbano, dispuesta mediante sentencia del Tercer Tribunal Ambiental de fecha 17 de mayo de 2023, no constituye por sí sola un antecedente suficiente para excluirlo del análisis ambiental. Por ello, a continuación se evalúa su eventual conectividad hidrológica y funcional con el Río Arenas y con el Área de Influencia del Proyecto, considerando sus características y funcionamiento ecosistémico, independientemente de su condición jurídica o administrativa. Lo anterior se presenta en la siguiente figura.

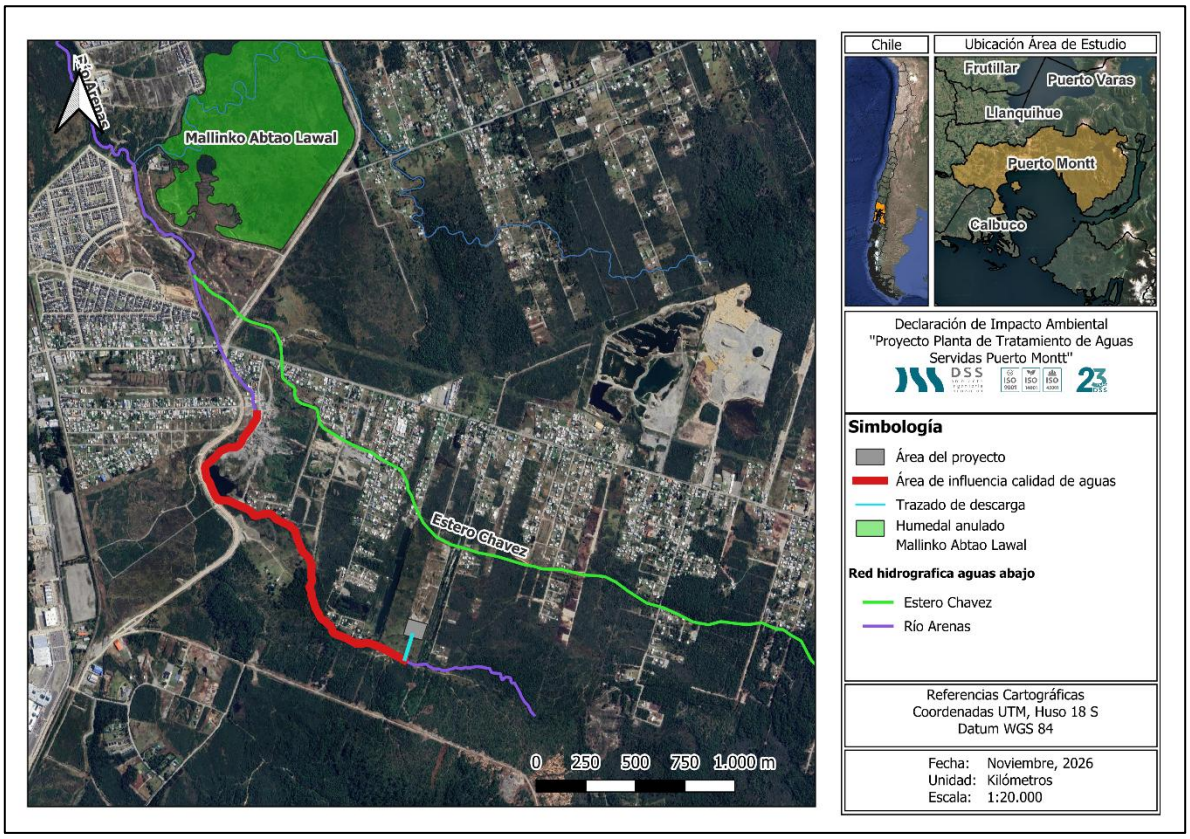



**Figura 16. Área de influencia de calidad de agua en relación con el humedal anulado Mallinko Abtao Lawal**
Fuente: Elaboración propia en base a Qgis

### Cartografía de conectividad

En el Anexo 2.4 de la Adenda Complementaria se adjunta el archivo KMZ que contiene las siguientes capas: polígono y obras del Proyecto; trazado y punto de descarga; Área de Influencia de la componente agua superficial (2.040 m aguas abajo del punto de descarga); Río Arenas y su cuenca aportante; Estero Chávez; red hidrográfica asociada hasta el río Maullín; Humedal Mallinko Abtao Lawal y principales relaciones de conectividad; y estaciones de calidad de agua y limnología. La siguiente figura presenta una síntesis de dicha cartografía.




**Figura 17. Red hidrográfica aguas abajo del proyecto**
Fuente: Elaboración propia en base a Qgis

### Análisis de conectividad del Humedal Mallinko Abtao Lawal

A partir de la cartografía señalada, se analizaron los criterios de conectividad que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 44. Análisis de conectividad entre el Humedal Mallinko Abtao Lawal y el Área de Influencia del Proyecto**

| Criterio | Antecedente | Resultado |
|---|---|---|
| Superposición espacial | El humedal se ubica a 3,4 km del punto de descarga y a 1,4 km del límite del Área de Influencia de la componente agua superficial. | No existe superposición. |
| Conectividad hidrológica superficial | La cuenca aportante del Río Arenas hasta el punto de descarga corresponde a 3,98 km² (Anexo 4.2 de la Adenda complementaria). El humedal se emplaza a 1,4 km aguas abajo del Área de Influencia, drenando en dirección hacia el Río Arenas. | No existe aporte ni recepción de flujos superficiales desde o hacia el tramo del Río Arenas donde se manifiestan los efectos de la descarga. |
| Conectividad ecológica (fauna) | La avifauna acuática registrada en el área de estudio, como las garzas de la familia Ardeidae, presenta alta movilidad y puede | El Proyecto no interviene el humedal ni sus hábitats, por lo que no altera la oferta de hábitat que este presta a la fauna que |

| Criterio | Antecedente | Resultado |
|---|---|---|
| | utilizar distintos humedales del sistema urbano de Puerto Montt. | eventualmente se desplace entre ambos sistemas. |

Fuente: elaboración propia.

**Conectividad del sistema Río Arenas – Estero Chávez – río Maullín**

Los principales cursos y cuerpos de agua que componen la red de drenaje cercana al lugar de emplazamiento del Proyecto se pueden apreciar preliminarmente en la siguiente figura, la cual muestra la carta IGM 1:50.000 H-051 Puerto Montt, actualizada hasta el año 2013.

La obra de descarga del efluente tratado por la PTAS interfiere directamente en el Río Arenas. Este río, afluente al Río Negro, presenta características morfológicas específicas, el cual fluye de suroriente a norponiente a través de la zona sur del sector de la localidad de Alerce. A lo largo del recorrido el Río Arenas, recibe un afluente asociado al Estero Chavez, presentando velocidades de flujo moderadas a bajas y formando pozones en algunos sitios de meandros.

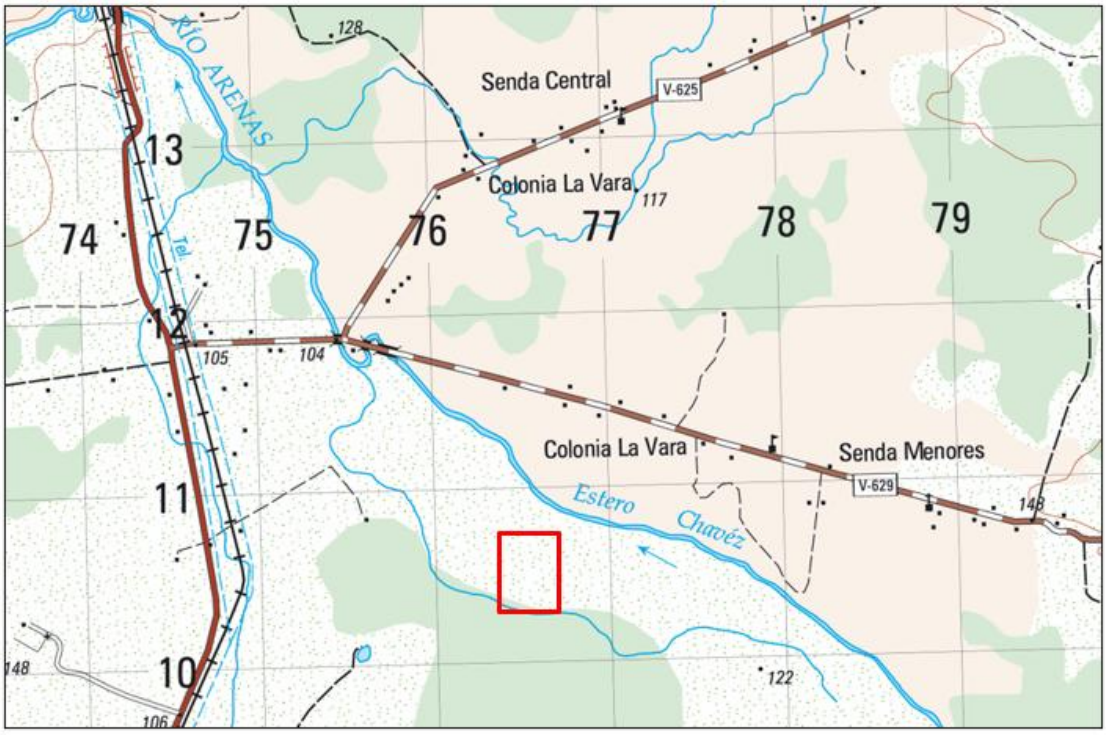



**Figura 18. Red de Drenaje Carta IGM H-051 Puerto Montt.**
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Carta IGM H-051 Puerto Montt, el lugar de emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas se proyecta sobre campos cultivados y viñas.

Por otro lado, la siguiente figura, en conjunto con imágenes satelitales y el registro de la Red Hidrográfica obtenida desde la Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE) del Ministerio de Bienes Nacionales, es posible identificar que la red hidrográfica más cercana corresponde al Rio Arenas a una distancia de 175 m al sur y el Estero Chavez, a una distancia de 470 m al norte aproximadamente. El entorno del rio está compuesto por suelos tipo ñadi, que son suelos derivados de cenizas volcánicas con drenaje impedido o inundación estacional, por lo que es común encontrar zonas de apozamiento de aguas.

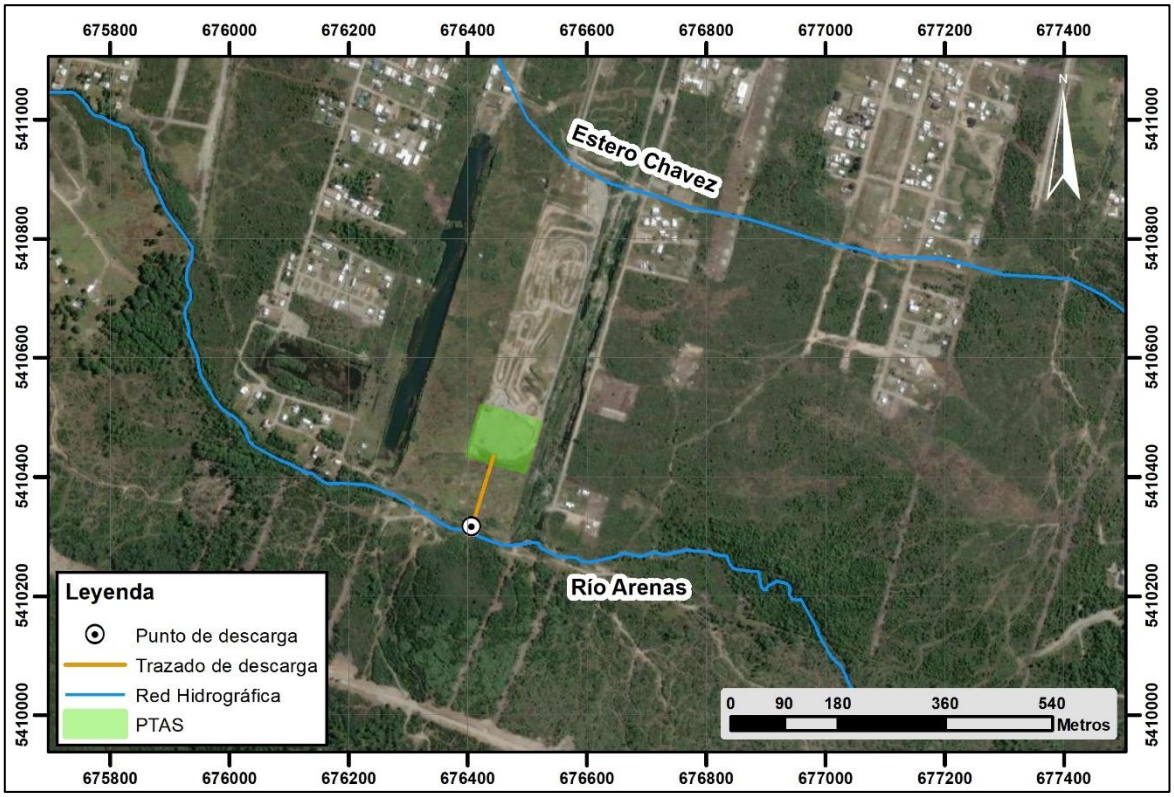



**Figura** 19**. Red Hidrográfica IDE.**
Fuente: Elaboración propia

El río Arenas identificado, nace aproximadamente a 160 m.s.n.m., al noreste de la ciudad de Puerto Montt. Desde su nacimiento escurre con una dirección predominante de este a oeste, atravesando sectores rurales y periurbanos antes de desembocar en el río Negro, con una longitud cercana a los 8-9 km. Entre sus principales afluentes se encuentran el Estero Chavez y el Estero La Paloma. El río Arenas drena parte de los sectores de Alerce y La Vara.

Mientras que el Estero Chavez es un afluente directo del río Arenas. Su cabecera se ubica en los sectores altos situados entre Chamiza Norte, Senda Sur y Alto La Paloma, al noreste de Puerto Montt a una altitud entre 130-150 m.s.n.m., fluye con orientación general sureste a noreste, hasta confluir al río Arenas a una cota de desembocadura entre los 80 -100 m.s.n.m.

La red de drenaje de este sector donde se encuentra emplazado la PTAS inicia con el Rio Arenas, recibiendo el afluente del Estero Chavez y otros cauces aguas abajo, para así conectarse con el río Negro que posteriormente confluye al río Maullin y desemboca en el océano Pacifico.

Conforme a la caracterización hidrológica presentada, el Estero Chávez corresponde a un afluente directo del Río Arenas, cuya cabecera se ubica en los sectores altos de Chamiza Norte, Senda Sur y Alto La Paloma, entre 130 y 150 m s.n.m., y que confluye con el Río Arenas a una cota de entre 80 y 100 m s.n.m. En consecuencia, el Proyecto no descarga en el Estero Chávez y, dado que el escurrimiento se produce desde dicho estero hacia el Río Arenas, los efectos de la descarga no pueden propagarse hacia él.

Aguas abajo, el Río Arenas confluye con el río Negro, que a su vez tributa al río Maullín. La Modelación de Cauce Receptor (Anexo 4.2 de la Adenda complementaria) determinó que, en el escenario más desfavorable evaluado (estiaje con cambio climático y descarga a caudal máximo horario), la calidad del agua del Río Arenas recupera sus valores históricos de línea de base a una distancia aproximada de 2.040 m aguas abajo del punto de descarga, distancia que define el Área de Influencia de la componente agua superficial. Por lo tanto, si bien existe continuidad hidrográfica con el río Negro y el río Maullín, los efectos atribuibles a la descarga no alcanzan dichos sistemas.

De acuerdo con lo anterior, el Humedal Mallinko Abtao Lawal no se superpone con el Área de Influencia del Proyecto, no presenta conectividad hidrológica superficial ni subterránea con el tramo del Río Arenas donde se manifiestan los efectos de la descarga, y no es intervenido por las obras o acciones del Proyecto. Por lo tanto, no se identifican efectos del Proyecto sobre sus componentes, funciones ni flujos ecosistémicos, y no corresponde incorporarlo en la evaluación de impactos.

**6.3. Para las observaciones 46 y 55 (Tomo I), referida a Humedales urbano, se reitera al Titular complementar la información solicitada, lo anterior debido a que en el Anexo PAC no se presenta respuesta.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Se reconoce que las Observaciones N°46 y N°55 del Tomo I no quedaron incorporadas de forma individualizada en el Anexo de Participación Ciudadana de la Adenda. Dicha omisión se subsana en la presente Adenda Complementaria: las respuestas se incorporan en la versión actualizada del Anexo PAC y se presentan a continuación.

**Observación N°46 (Tomo I):**

Se agradece la observación. Respecto de la presencia de humedales en el sector de emplazamiento, se informa que el terreno de la PTAS se ubica sobre suelos de tipo ñadi, caracterizados por un drenaje impedido debido a una capa impermeable de fierrillo bajo el suelo, lo que genera acumulaciones temporales de agua de precipitación durante la temporada de lluvias. Estas zonas húmedas temporales fueron identificadas y caracterizadas en la línea base del Proyecto y no corresponden a un humedal urbano declarado conforme a la Ley N°21.202.

En cuanto a las garzas y su nidificación, la caracterización de fauna del Proyecto (Anexo 4.3 de la Adenda Complementaria) consideró tres campañas de terreno: invierno 2023 (5 al 8 de septiembre), primavera 2023 (14 al 16 de noviembre) y otoño 2026 (5 al 8 de mayo). En ellas se realizaron recorridos de avistamiento diurno con énfasis en las primeras horas de la mañana y del anochecer, de mayor actividad de las aves, y transectos nocturnos con la metodología de playback. En cada punto de observación se buscaron evidencias de nidificación, como construcción de nidos, conductas alimentarias de hembras, escucha de polluelos o evidencias indirectas.

Si bien la revisión bibliográfica identifica a cuatro especies de garzas (familia Ardeidae) como potencialmente presentes en la zona, ninguna de ellas fue registrada en las campañas de terreno. Tampoco se identificaron nidos ni evidencias de nidificación de aves en el área de obras, incluida la campaña de primavera, que coincide con la temporada reproductiva. De acuerdo con lo anterior, el sitio corresponde a un área de paso y alimentación ocasional para la avifauna, sin evidencias de nidificación.

Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto considera medidas de protección de la fauna durante la construcción, incluido el Plan de Rescate y Relocalización de anfibios asociado al PAS 146 (Anexo 5 de la Adenda Complementaria).

**Observación N°55 (Tomo I):**

Se agradece la observación. A continuación se responde a cada uno de los aspectos planteados.

1. Cuerpo receptor de la descarga

Se aclara que el cuerpo receptor inmediato de la descarga de aguas tratadas corresponde al Río Arenas y no al Estero Chávez. Conforme a la caracterización hidrológica presentada en la respuesta 4.7.9 de la Adenda, elaborada en base a la Carta IGM 1:50.000 H-051 Puerto Montt y a la red hidrográfica de la Infraestructura de Datos Geoespaciales del Ministerio de Bienes Nacionales, el Estero Chávez es un afluente directo del Río Arenas. Su cabecera se ubica en los sectores altos de Chamiza Norte, Senda Sur y Alto La Paloma, y confluye con el Río Arenas a una cota de entre 80 y 100 m s.n.m. El Río Arenas, a su vez, tributa al río Negro, que confluye con el río Maullín. Dado que el escurrimiento se produce desde el Estero Chávez hacia el Río Arenas, el efluente no ingresa al Estero Chávez ni puede propagarse hacia él. La relación entre el punto de descarga, el Río Arenas, el Estero Chávez y los humedales del entorno se presenta en la siguiente figura y en el archivo KMZ del Anexo 2.4 de la Adenda Complementaria.




**Figura 20. Red hidrográfica aguas abajo del proyecto**

Fuente: Elaboración propia en base a Qgis

2. Identificación y evaluación del Humedal La Vara (Los Huilliches) y del Humedal La Esperanza

El Titular reconoce que, conforme al Dictamen N°E157665/2021 de la Contraloría General de la República, el objeto de protección corresponde a los humedales, sus componentes, interacciones y flujos ecosistémicos, con independencia de su reconocimiento administrativo. Por ello, ambos humedales fueron identificados y evaluados considerando sus características y funcionamiento ecosistémico, y no solo su condición administrativa.

Respecto de su condición administrativa, el Humedal La Vara (Los Huilliches) se encuentra en proceso de reconocimiento como humedal urbano, con declaración de admisibilidad mediante Resolución Exenta N°208/2021 de la SEREMI del Medio Ambiente de Los Lagos, a partir del Oficio N°1473 de la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt, de 3 de noviembre de 2021. Corresponde a un humedal continental de tipo lacustre de aproximadamente 11,42 ha. El Humedal La Esperanza no se encuentra incorporado en el Inventario Nacional de Humedales ni declarado como humedal urbano conforme a la Ley N°21.202.

El Área de Influencia de la componente agua superficial fue definida mediante la Modelación de Cauce Receptor (Anexo 4.2 de la Adenda complementaria). En el escenario más desfavorable evaluado (estiaje con cambio climático y descarga a caudal máximo horario), dicha modelación determinó que la calidad del agua del Río Arenas recupera sus valores históricos de línea de base a aproximadamente 2.040 m aguas abajo del punto de descarga.

Respecto de las formas de afectación del literal s) del artículo 10 de la Ley N°19.300, según el Oficio Ord. N°20229910238/2022 del SEA, el Proyecto no considera relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o áridos, alteración de barra terminal ni alteración de la vegetación hídrica o ripariana de los humedales señalados, toda vez que sus obras no se emplazan en ellos.

3. Modalidad de ingreso al SEIA

La modalidad de ingreso del Proyecto depende de si este genera o no los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300. Dicho análisis se desarrolla en el Capítulo 4.10 de la DIA y se complementa en el capítulo 3 de la Adenda Complementaria, que incorpora el análisis actualizado de los efectos sobre el Río Arenas, sus comunidades acuáticas y los humedales del entorno. De acuerdo con dichos antecedentes, el Proyecto no genera los efectos que harían exigible un Estudio de Impacto Ambiental. Corresponderá al Servicio de Evaluación Ambiental pronunciarse al respecto con los antecedentes complementados.

4. Solicitud de oficiar a la Superintendencia del Medio Ambiente

La solicitud de oficiar a la Superintendencia del Medio Ambiente es una facultad de los órganos del Estado y no corresponde al Titular pronunciarse sobre ella. Sin perjuicio de lo anterior, se hace presente que el Proyecto se encuentra sometido al SEIA y en evaluación ambiental, procedimiento en el cual los antecedentes sobre humedales han sido requeridos por la autoridad, complementados por el Titular y puestos a disposición de la ciudadanía en el expediente público.

5. Participación ciudadana

Los antecedentes complementarios sobre humedales, conectividad hidrológica y Área de Influencia forman parte del expediente público de evaluación ambiental, a través de la Adenda y de la presente Adenda Complementaria, por lo que se encuentran disponibles para la ciudadanía. Respecto de los humedales y ambientes húmedos del entorno del Proyecto, se presenta a continuación la cartografía de la red hidrográfica aguas abajo y se adjunta en archivo KMZ en el Anexo 2.4 de la Adenda complementaria permiten visualizar la ubicación de la PTAS y de sus obras respecto de dichos humedales y del Área de Influencia del Proyecto, así como la ausencia de conexión hidrológica o funcional directa con ellos.




**Figura 21. Red hidrográfica aguas abajo del proyecto**

Fuente: Elaboración propia en base a Qgis

**Avifauna acuática y uso de hábitat**

**Observación N°181 (Tomo II)**

**Observaciones N°203, 261, 265, 266 (Tomo III)**

**Observación N°604 (Tomo VI)**

**6.4. En relación a lo señalado por el Titular, en respuesta a la observación 181 (Tomo II), "De acuerdo con el listado de potencial riqueza se reconoce la posibilidad de presencia de garzas (familia Ardeidae)". Al respecto, se solicita al Titular complementar la información del Estudio de Medio Biótico, Flora y Vegetación e Informe de Fauna Terrestre, detallando las campañas realizadas, fechas, condiciones ambientales, puntos de muestreo, metodologías y resultados, con especial énfasis en la avifauna acuática.**

**En trazabilidad de lo anterior, deberá determinar si las especies identificadas utilizan los humedales y ambientes asociados como sitios de alimentación, refugio, tránsito y/o nidificación, y evaluar su eventual conexión con el área de la obra de descarga y los ambientes asociados al Río Arenas y Estero Chávez.**

**En caso de identificarse potenciales afectaciones durante la construcción u operación, deberá complementar las medidas de manejo y seguimiento, indicando su aplicación y área de implementación.**

**Respuesta:**

En atención a lo solicitado por la Autoridad, el Titular complementa los antecedentes de caracterización de avifauna asociados al área de influencia del Proyecto, particularmente respecto de los ambientes acuáticos y ribereños presentes en el entorno de la obra de descarga al río Arenas.

La caracterización de fauna vertebrada terrestre comprendió tres campañas estacionales, ejecutadas durante invierno de 2023 (5 al 8 de septiembre), primavera de 2023 (14 al 16 de noviembre) y otoño de 2026 (5 al 8 de mayo), como se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 45. Campañas de fauna terrestre.**

| Campaña | Fecha | Período representado |
|---|---|---|
| Primera | 5 al 8 de septiembre de 2023 | Invierno |
| Segunda | 14 al 16 de noviembre de 2023 | Primavera |
| Complementaria | 5 al 8 de mayo de 2026 | Otoño |

Fuente: Elaboración propia

Para el componente avifauna se consideró el recorrido de siete transectos de muestreo, complementados con 14 puntos de observación de aves (POA), con un radio aproximado de 25 m y un tiempo estandarizado de observación de 20 minutos por estación. Las actividades incluyeron

observaciones directas, identificación acústica y búsqueda de evidencias de nidificación, de acuerdo con la metodología presentada en el informe actualizado de fauna terrestre.

Respecto de la relación espacial con la obra de descarga, se precisa que el punto proyectado se encuentra asociado al río Arenas, aproximadamente en el tramo medio del transecto T5, correspondiente a un ambiente arbustivo asociado a cuerpo de agua. Por consiguiente, los registros obtenidos en dicho transecto permiten caracterizar la presencia de fauna en el entorno inmediato de la intervención.

Durante la campaña de invierno de 2023 se registraron en T5 especies asociadas a ambientes acuáticos, correspondientes a pato jergón grande (*Anas georgica*), pato real (*Mareca sibilatrix*), martín pescador (*Megaceryle torquata*), churrete (*Cinclodes patagonicus*) y yeco (*Phalacrocorax brasilianus*). Posteriormente, durante primavera de 2023 se registró pato jergón chico (*Anas flavirostris*) en el mismo transecto.

Adicionalmente, durante la campaña de otoño de 2026 se registraron 32 especies de vertebrados terrestres en el área de estudio, de las cuales 13 fueron identificadas en el transecto T5, con un total de 18 registros de fauna. Estos resultados complementan la caracterización estacional del ambiente asociado al río Arenas, confirmando que el sector continúa siendo utilizado por fauna silvestre.

Los antecedentes disponibles permiten establecer la presencia de especies de avifauna vinculadas a ambientes acuáticos y ribereños en el entorno de la obra de descarga. Sin embargo, la sola detección de ejemplares no permite atribuir automáticamente un uso funcional específico del sector como sitio de alimentación, refugio, tránsito o nidificación. Dichas funciones requieren antecedentes de comportamiento o evidencias reproductivas documentadas durante las prospecciones.

En cuanto a la familia Ardeidae, su incorporación en el listado bibliográfico corresponde a una estimación de riqueza potencial, la cual debe diferenciarse de los registros efectivos obtenidos mediante las campañas de caracterización.

Respecto de la eventual afectación durante la construcción, se identifican como principales mecanismos de interacción la circulación de personal y maquinaria, generación de ruido, movimiento de materiales e intervención de vegetación y sectores próximos al cauce. Estas actividades pueden generar perturbaciones localizadas sobre la avifauna presente en el entorno de las obras.

En este contexto, las actividades constructivas se desarrollarán dentro de las superficies autorizadas, evitando la intervención innecesaria de sectores ribereños y ambientes colindantes. Asimismo, la supervisión ambiental permitirá identificar eventuales situaciones de interacción directa con la fauna durante la ejecución de las obras y aplicar los procedimientos preventivos que correspondan.

En relación con la etapa de operación, la evaluación de eventuales efectos sobre los ambientes acuáticos y la avifauna asociada deberá considerar las características de la descarga proyectada y los antecedentes de calidad de agua, hidrología y biota acuática del Proyecto, con el propósito de establecer si pueden producirse modificaciones sobre las condiciones de hábitat existentes.

De esta manera, la caracterización desarrollada durante las tres campañas permite reconocer la presencia de avifauna asociada a ambientes acuáticos en el entorno de la obra de descarga, aportando antecedentes para evaluar los potenciales efectos del Proyecto sobre este componente.

**6.5. Se solicita al Titular complementar la evaluación respecto de las aves migratorias potencialmente presentes en el área de influencia, precisando las medidas de protección y seguimiento que se implementarán durante la construcción, así como el organismo responsable de su fiscalización, considerando que el Plan de Perturbación Controlada presentado se encuentra dirigido exclusivamente a anfibios.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación de la Autoridad. Al respecto, se complementa la caracterización de avifauna considerando los antecedentes obtenidos durante las campañas de invierno y primavera de 2023 y otoño de 2026, con especial atención a la presencia de especies que presentan comportamientos migratorios o desplazamientos estacionales.

El levantamiento de información contempló siete transectos y 14 puntos de observación de aves, mediante registros visuales y acústicos, complementados con la búsqueda de evidencias reproductivas. Estas actividades permitieron identificar especies residentes y especies con patrones de presencia estacional en el área de influencia del Proyecto.

Entre las especies con comportamiento migratorio se identificó al fío-fío (*Elaenia albiceps*), con cinco registros durante primavera de 2023, y a la golondrina chilena (*Tachycineta leucopyga*), con nueve registros durante invierno de 2023 y doce durante primavera del mismo año. Estos antecedentes permiten establecer la presencia de ambas especies durante los períodos señalados, sin que ello constituya evidencia suficiente para determinar la permanencia de los mismos ejemplares o sus desplazamientos migratorios individuales.

La información obtenida durante las tres campañas permite reconocer que la composición de la avifauna puede variar estacionalmente, por lo que las actividades constructivas deberán considerar la eventual presencia de especies migratorias en los ambientes comprendidos dentro del área de influencia.

Respecto de los potenciales efectos durante la construcción, las principales interacciones corresponden a la intervención de vegetación, generación de ruido, circulación de maquinaria y presencia de personal en sectores utilizados por aves. Estas actividades pueden ocasionar perturbaciones temporales y localizadas, particularmente cuando coinciden con períodos de mayor actividad o reproducción.

Con el propósito de prevenir afectaciones directas, las actividades constructivas se restringirán a las superficies autorizadas para el Proyecto, evitando intervenciones innecesarias sobre vegetación y ambientes ribereños fuera de dichas áreas. Asimismo, frente a la detección de nidos activos, huevos o polluelos dentro de sectores susceptibles de afectación directa, se procederá a suspender localmente las actividades involucradas y evaluar la situación mediante un profesional competente, conforme a la normativa aplicable.

Durante la ejecución de las obras asociadas al río Arenas, la supervisión ambiental permitirá identificar situaciones de interacción directa con avifauna, registrando los hallazgos y las acciones implementadas. No se contempla la captura ni relocalización rutinaria de aves, considerando que el PAS 146 presentado para el Proyecto corresponde exclusivamente al rescate y relocalización de anfibios.

La implementación y financiamiento de los procedimientos de prevención y supervisión ambiental serán responsabilidad del Titular, quien deberá asegurar su cumplimiento mediante los profesionales y contratistas correspondientes. Por su parte, la fiscalización de las obligaciones ambientales del Proyecto corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, dentro del ámbito de sus competencias, sin perjuicio de las atribuciones sectoriales de otros organismos públicos.

En consecuencia, los antecedentes de las tres campañas permiten reconocer la presencia estacional de determinadas especies de avifauna y fundamentar la aplicación de procedimientos preventivos durante la construcción, orientados a reducir el riesgo de afectación directa de ejemplares y sitios reproductivos que pudieran encontrarse en las superficies de intervención.

**6.6. Observación 604 (tomo VI), el Titular señala: Respecto de las aves, el sitio del proyecto está caracterizado como "sitio de paso y alimentación casual, sin señales de nidificación". El Titular se compromete a complementar en la Adenda la caracterización de avifauna mediante campañas estacionales adicionales. En general, las respuestas del Titular no permiten descartar fundadamente efectos sobre humedales, avifauna y biodiversidad asociada al río Arenas, debido a la insuficiente caracterización ecológica y de conectividad del Área de Influencia. Se solicita entonces acreditar la no afectación sobre los componentes ambientales mencionados.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. A continuación, se complementa la caracterización de la fauna asociada al Río Arenas y se acredita la no afectación de humedales, avifauna y biodiversidad asociada, integrando los antecedentes de fauna, conectividad, calidad del agua y medidas del Proyecto.

1. Caracterización complementaria de fauna

El estudio actualizado de fauna terrestre adjunto en el Anexo 4.3 de la Adenda Complementaria comprende tres campañas estacionales: invierno 2023 (5 al 8 de septiembre), primavera 2023 (14 al 16 de noviembre) y otoño 2026 (5 al 8 de mayo). A ellas se suma una cuarta campaña específica para anfibios, asociada al PAS 146. El muestreo se desarrolló en siete transectos distribuidos en un área de estudio de aproximadamente 4,47 ha, con técnicas específicas para cada grupo:

- **Aves:** avistamiento diurno con énfasis en las primeras horas de la mañana y del anochecer, transectos nocturnos con playback y búsqueda dirigida de evidencias de nidificación (construcción de nidos, conducta de hembras, escucha de polluelos o evidencias indirectas).
- **Micromamíferos:** trampas Sherman y cámaras trampa.
- **Anfibios:** prospección diurna y nocturna, escucha de vocalizaciones y búsqueda de posturas y larvas.

En el transecto T5, vinculado a la obra de descarga al Río Arenas, se registró la mayor riqueza de avifauna del área de estudio. Allí se identificaron especies asociadas a ambientes acuáticos y ribereños, como pato real, pato jergón, martín pescador, churrete y yeco, ninguna en categoría de conservación. En ninguna de las campañas, incluida la de primavera, que coincide con la temporada reproductiva, se registraron nidos ni evidencias de nidificación en el área de obras. Tampoco se registraron especies de la familia Ardeidae (garzas), cuya presencia solo se reconoce como potencial a partir de la revisión bibliográfica. De acuerdo con lo anterior, el sector corresponde a un área de paso y alimentación ocasional para la avifauna.

En cuanto a los anfibios, se registraron *Pleurodema thaul* (NT), *Batrachyla antartandica* (LC) e *Hylorina sylvatica* (LC), además de posturas y larvas en pozas y sectores de anegamiento temporal. Esto confirma el uso reproductivo de estos ambientes por parte de anfibios. Este grupo corresponde al de mayor sensibilidad frente a las obras y es abordado específicamente mediante el PAS 146 adjunto en el anexo 5 de la Adenda complementaria.

2. Conectividad con humedales y Área de Influencia

La relación del Proyecto con su conectividad hidrológica y ecológica con el Río Arenas Dicho análisis se apoya en la siguiente figura y el archivo KMZ del Anexo 2.4 de la Adenda complementaria. Las obras del Proyecto no se emplazan en ninguno de dichos humedales ni intervienen su régimen hídrico.




**Figura 22. Red hidrográfica aguas abajo del proyecto**

Fuente: Elaboración propia en base a Qgis

3. Análisis de afectación por fase

**Tabla 46. Análisis de afectación de humedales, avifauna y biodiversidad asociada al Río Arenas.**

| Fase | Acción | Mecanismo potencial | Antecedentes y medidas | Resultado |
|---|---|---|---|---|
| Construcción | Instalación de la obra de descarga | Intervención directa de la ribera y el cauce | La intervención se limita a una superficie de 50 m² aislada, ejecutada en un plazo máximo de 5 días y fuera del período reproductivo y larval de los anfibios (PAS 156, Anexo 3.4 de la Adenda). | Intervención puntual y temporal, sin pérdida permanente de hábitat ribereño. |
| Construcción | Excavación del trazado de descarga | Afectación de anfibios y de la cubierta de *Sphagnum magellanicum* | Plan de Rescate y Relocalización de anfibios previo a la intervención (PAS 146, Anexo 5 de la Adenda complementaria). Retiro, resguardo y reposición de *Sphagnum* en el sitio de origen, con seguimiento de 24 meses (CAV, Anexo 1 de la Adenda complementaria). | Se previene la afectación directa de individuos y se restituye la cubierta vegetal. |
| Operación | Descarga del efluente tratado | Cambio en la calidad del agua y en la oferta de alimento para la avifauna acuática | El efluente cumple la Tabla 3 del D.S. N°90/2000. Los efectos sobre la calidad del agua, el estado trófico y la biota acuática del Río Arenas se evalúan conforme al artículo 6 del RSEIA y se incluye el seguimiento del cuerpo receptor con indicadores biológicos. | Se realiza seguimiento a la calidad de agua del cuerpo receptor. |
| Operación | Mantención del sistema de descarga | Nueva intervención de la ribera | La descarga se realiza mediante la infraestructura ya construida, sin nuevas intervenciones de la vegetación ribereña. | No se generan nuevas intervenciones. |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los antecedentes expuestos, el Proyecto no genera efectos adversos significativos sobre humedales, avifauna ni la biodiversidad asociada al Río Arenas, considerando los criterios del artículo 6 del RSEIA:

- Las intervenciones de la fase de construcción son puntuales, de baja superficie y temporales, y se abordan mediante medidas específicas para los grupos de mayor sensibilidad (PAS 146 y CAV de *Sphagnum magellanicum*).

- No se identificaron sitios de nidificación en el área de obras.
- Las obras no se emplazan en humedales ni alteran su régimen hídrico.
- Los efectos de la fase de operación sobre el medio acuático se acotan al Área de Influencia definida mediante la Modelación de Cauce Receptor y se verifican mediante el seguimiento comprometido de la calidad de agua, la cual se presenta a continuación.

**Tabla 47. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td>Fase del proyecto o actividad</td><td>Fase de operación</td></tr>
<tr><td>Componente ambiental</td><td>Recurso hídrico superficial y componente limnológico, incluyendo calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y hábitat fluvial.</td></tr>
<tr><td>Impacto ambiental asociado</td><td>No aplica; el seguimiento tiene por objeto verificar durante la operación la mantención de las condiciones de calidad de agua y ecológicas del río Arenas consideradas durante la evaluación ambiental.</td></tr>
<tr><td>Medida asociada</td><td>Monitoreo de la calidad de agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas aguas arriba y aguas abajo de la descarga de la PTAS.</td></tr>
<tr><td>Ubicación puntos de control</td><td>El seguimiento se efectuará en las ocho estaciones de muestreo consideradas en la caracterización limnológica actualizada, manteniendo estaciones aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, cubriendo la totalidad del tramo evaluado.<br>La caracterización actualizada abarca desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, mientras que la modelación determinó una extensión de influencia máxima de aproximadamente 2.040 m aguas abajo, correspondiente al nitrógeno total.
<table>
<tr><th>Estación</th><th>Ubicación respecto de la descarga</th></tr>
<tr><td>E-1</td><td>100 m aguas arriba de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-2</td><td>Sector de descarga</td></tr>
<tr><td>E-3</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-4</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-5</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-6</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-7</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-8</td><td>Estación más alejada aguas abajo, cubriendo el tramo hasta 2.150 m</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Parámetros para monitorear</td><td>a) Componente limnológico<br>Se realizará el seguimiento de:<br>• Ictiofauna: presencia/ausencia, composición, riqueza y abundancia de especies.<br>• Seguimiento particular de las especies nativas previamente registradas, entre ellas Galaxias maculatus y Trichomycterus areolatus, además del registro de otras especies presentes. Considerando la no presencia en la campaña de limnología del 2026.<br>• Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia y evaluación de los indicadores biológicos utilizados en la caracterización basal.<br>b) Calidad de agua</td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

Se mantendrá el siguiente set de parámetros en todas las campañas, permitiendo comparaciones entre estaciones, temporadas y años:

| Parámetro | Tipo de medición | Unidad |
|---|---|---|
| pH | In situ | unidad de pH |
| Oxígeno disuelto | In situ | mg/L |
| Temperatura | In situ | °C |
| Conductividad eléctrica | In situ | µS/cm |
| Caudal | Terreno | $m^3/s$ |
| $DBO_5$ | Laboratorio | mg/L |
| Sólidos Suspendidos Totales | Laboratorio | mg/L |
| Nitrógeno Total | Laboratorio | mg/L |
| Fósforo Total | Laboratorio | mg/L |
| Coliformes Fecales | Laboratorio | NMP/100 mL |
| Color | Laboratorio | Pt-Co |

**Límites permitidos o comprometidos**

Los resultados no se evaluarán únicamente respecto de un valor normativo aislado, sino mediante un análisis integrado del cuerpo receptor, considerando:

21. La comparación entre la estación de control aguas arriba y las estaciones ubicadas aguas abajo en una misma campaña.
22. La comparación con la información histórica obtenida durante las campañas de línea base y caracterización complementaria.
23. Para las variables pertinentes a vida acuática, los valores de referencia de la NCh 1.333 Of.78 Mod. 1987, conforme al criterio utilizado durante la evaluación.
24. Para Color, pH y Coliformes Fecales, los valores establecidos en el D.S. N°143/2008, atendidos los usos con contacto directo identificados en el río Arenas.
25. Para nitrógeno total y fósforo total, el análisis de su evolución respecto de la condición trófica basal caracterizada en el expediente.

**Indicadores que acreditan su cumplimiento**

Se considerarán como medios de verificación del Plan:

- Aviso a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos con una anticipación mínima de 7 días hábiles previo a las actividades de terreno que correspondan al PAS 119.
- Registros de terreno y cadenas de custodia.
- Certificados de calibración de los equipos utilizados.
- Informes de laboratorio.
- Resultados de calidad de agua por estación.
- Registros de ictiofauna y macroinvertebrados.
- Fichas de caracterización de hábitat.
- Registros fotográficos y georreferenciados.
- Análisis comparativo entre estación aguas arriba y estaciones aguas abajo.
- Análisis temporal respecto de las campañas de línea base.
- Informes de seguimiento remitidos a las autoridades correspondientes.

**Umbrales de alerta**

Se considerará una condición de alerta cuando se identifique:

- Incumplimiento de alguno de los valores de referencia aplicables a Color, pH o Coliformes Fecales del D.S. N°143/2008 en estaciones aguas abajo, cuando dicha condición no se observe simultáneamente aguas arriba.
- Deterioro de las condiciones de calidad para vida acuática respecto de los valores de referencia utilizados durante la evaluación.
- Aumento aguas abajo de nitrógeno total, fósforo total, $DBO_5$, SST o coliformes

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>fecales respecto de la estación aguas arriba, cuando el comportamiento se aparte de la variabilidad histórica del río.<br>- Disminución relevante del oxígeno disuelto respecto de la condición aguas arriba y basal.<br>- Cambios relevantes en riqueza, abundancia o composición de ictiofauna o macroinvertebrados respecto de la condición basal que coincidan espacialmente con alteraciones de la calidad de agua.<br>Ante una condición de alerta se realizará una revisión integrada de los resultados del cuerpo receptor y de los registros operacionales y de calidad del efluente de la PTAS, con el objeto de determinar su posible origen y definir, cuando corresponda, acciones de verificación o medidas correctivas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia del plan de seguimiento</td><td>Se realizará un monitoreo por cada subfase de operación (4) durante 1 año desde el inicio de la operación de cada una de ellas. En cada monitoreo, se realizará el muestreo de las 8 estaciones indicadas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8) que fueron caracterizadas en el estudio de Línea Base. Esto entendiendo que al término de cada subfase de construcción es cuando se encontrará activa la descarga, la que potencialmente pueda generar efectos sobre el Río Arenas pudiendo afectar su comunidad íctica.<br>A continuación, se presenta el cronograma con las actividades definidas para el monitoreo en el Río Arenas.
<table>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 1</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 2</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 3</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

| Actividad | Monitoreo Subfase de operación 4 | | |
|---|---|---|---|
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

Se elaborará un informe por cada campaña, el cual será remitido a la SMA de haber obtenido los resultados del monitoreo y se elaborará en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones:

- Resumen
- Introducción
- Objetivos
- Materiales y métodos
- Resultados (catastro visual)
- Discusiones
- Referencias
- Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)

Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos en los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la siguiente tabla.

| **Nombre del Punto de Muestreo** | | | **Coordenadas UTM (m) Datum WGS84** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Norte | Este | |
| | | | **Resultado** | | |
| Parámetros | Valor Basal | Unidad de Medida | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) |
| | | | | | |

El informe además dará cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015,

| Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas. | |
|---|---|
| | de la Superintendencia del Medio Ambiente. |
| **Método o procedimiento de medición** | Para el componente limnológico, los muestreos se efectuarán utilizando metodologías consistentes con las empleadas en la caracterización y con la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile", FIPA N°2016-46, en concordancia con los antecedentes técnicos aplicables al PAS 119.<br>Para calidad de agua:<br>- pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se medirán in situ mediante equipo multiparamétrico debidamente calibrado;<br>- el caudal será determinado en terreno mediante metodología apropiada a las características hidráulicas de la estación;<br>- los restantes parámetros serán determinados mediante análisis de laboratorio;<br>- las muestras de laboratorio serán obtenidas, preservadas y transportadas conforme a los procedimientos técnicos correspondientes;<br>- los análisis serán efectuados por una ETFA autorizada, utilizando metodologías normalizadas;<br>- - los límites de detección y cuantificación deberán ser suficientemente bajos para caracterizar adecuadamente la calidad del río y permitir la comparación con las condiciones de línea base y valores de referencia aplicables. |
| **Plazo o frecuencia de informe** | Se elaborará un Informe de Seguimiento por cada campaña, integrando en un mismo documento los resultados de calidad de agua y limnología.<br>Los resultados serán reportados mediante SNIFA a la SMA y, respecto del seguimiento asociado al PAS 119, serán remitidos además a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos. |

Fuente: Elaboración propia.

**Zonas de inundación**

**Observación N°57 (Tomo I)**

**Observación N°121 (Tomo II)**

**Observación N°273 (Tomo III)**

**Observación N°461 (Tomo V)**

**Observaciones N°573 y 617 (Tomo VI)**

**6.7. En consideración de las observaciones ciudadanas y la preocupación presentada respecto a inundabilidad y efecto de la descarga sobre el Río Arenas, se solicita al Titular complementar el análisis hidrológico e hidráulico sobre dicho río, incorporando las zonas de inundación identificadas por la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt y determinando, mediante modelación, el efecto de la descarga proyectada sobre las condiciones de escurrimiento, niveles de agua, áreas inundables y riesgo de desborde aguas abajo del punto de descarga.**

**El análisis deberá considerar, al menos, operación normal, caudal máximo horario, caudales de crecida, eventos de precipitación intensa y escenarios de cambio climático, identificando los sectores poblados y viviendas potencialmente expuestos.**

**Asimismo, deberá acreditar que la descarga proyectada no incrementa las condiciones de inundabilidad o riesgos existentes, presentando los resultados y áreas de afectación en cartografía, y justificando la compatibilidad de la obra de descarga con las zonas de riesgo identificadas.**

**Respuesta:**

De acuerdo al Informe Final del "Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt" desarrollado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción (enero, 2016), vigente y disponible en la página web de la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt (https://www.puertomontt.cl/estudios/) las zonas de inundación identificadas se encuentran aproximadamente a 2,25 km aguas debajo de la ubicación de la descarga de la PTAS, específicamente en el cruce con la ruta V-625, tal como se indica en la siguiente figura.

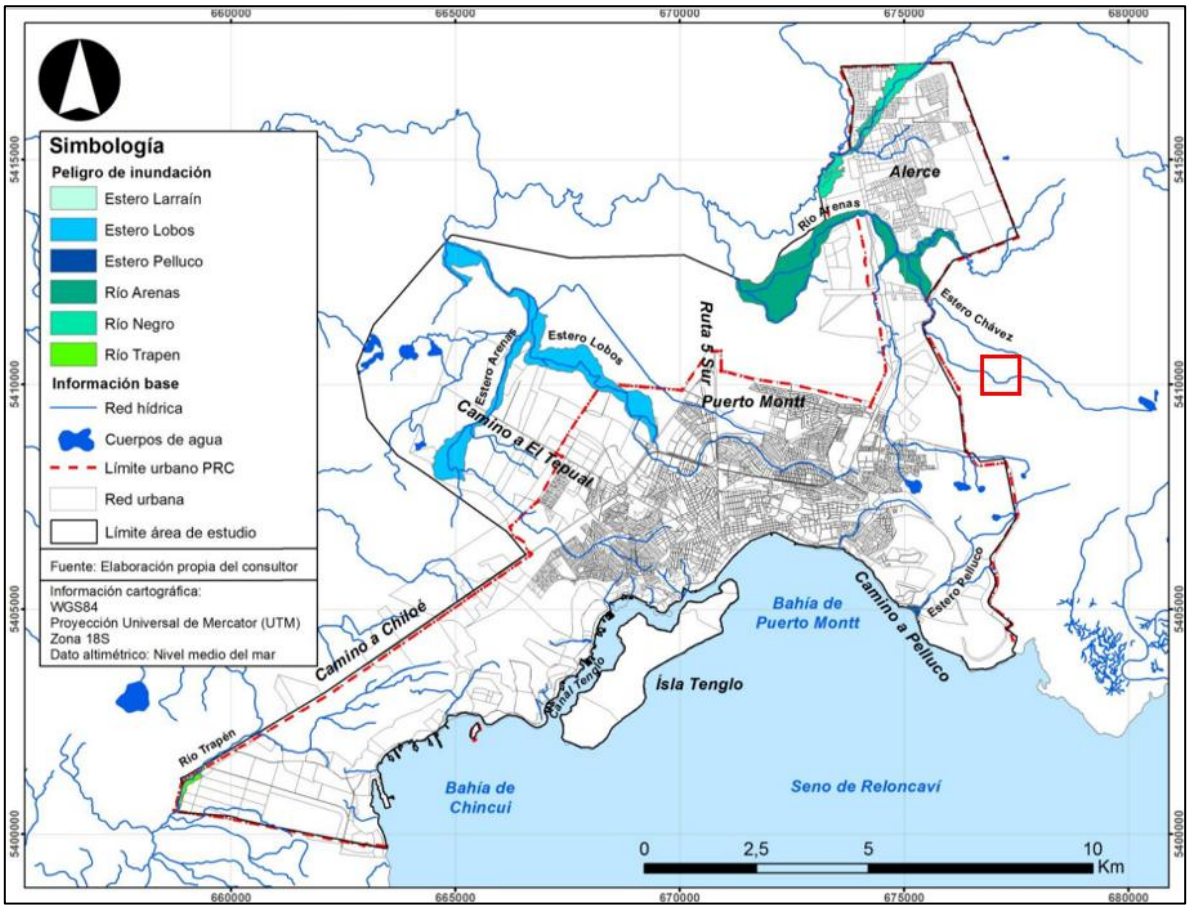



**Figura 23. Zonas Susceptibles al peligro de inundación por desbordes de cauces. Zona de proyecto PTAS destacada en rectángulo rojo.**

Fuente: Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt (EULA-Chile, 2016)

Por otro lado, de la modelación hidráulica presentada en el Anexo 4.2 de la Adenda complementaria se extrae que no se generan cambios significativos en la altura de pelo de agua a causa de la descarga máxima proyectada de la PTAS, esto para caudales medios de estiaje e invierno. Específicamente en el escenario invernal, donde el río presenta mayores caudales, la descarga genera una variación casi imperceptible, tal como se indica en la siguiente figura donde las líneas de escenario sin y con proyecto prácticamente se superponen. En un evento de crecidas, que es donde se evalúa la inundación, esta relación es aún más imperceptible, ya que la fracción entre el caudal del río respecto al caudal de descarga de la PTAS ($Q_{PTAS}/Q_{río}$) es mucho menor que en caudales medios del río.

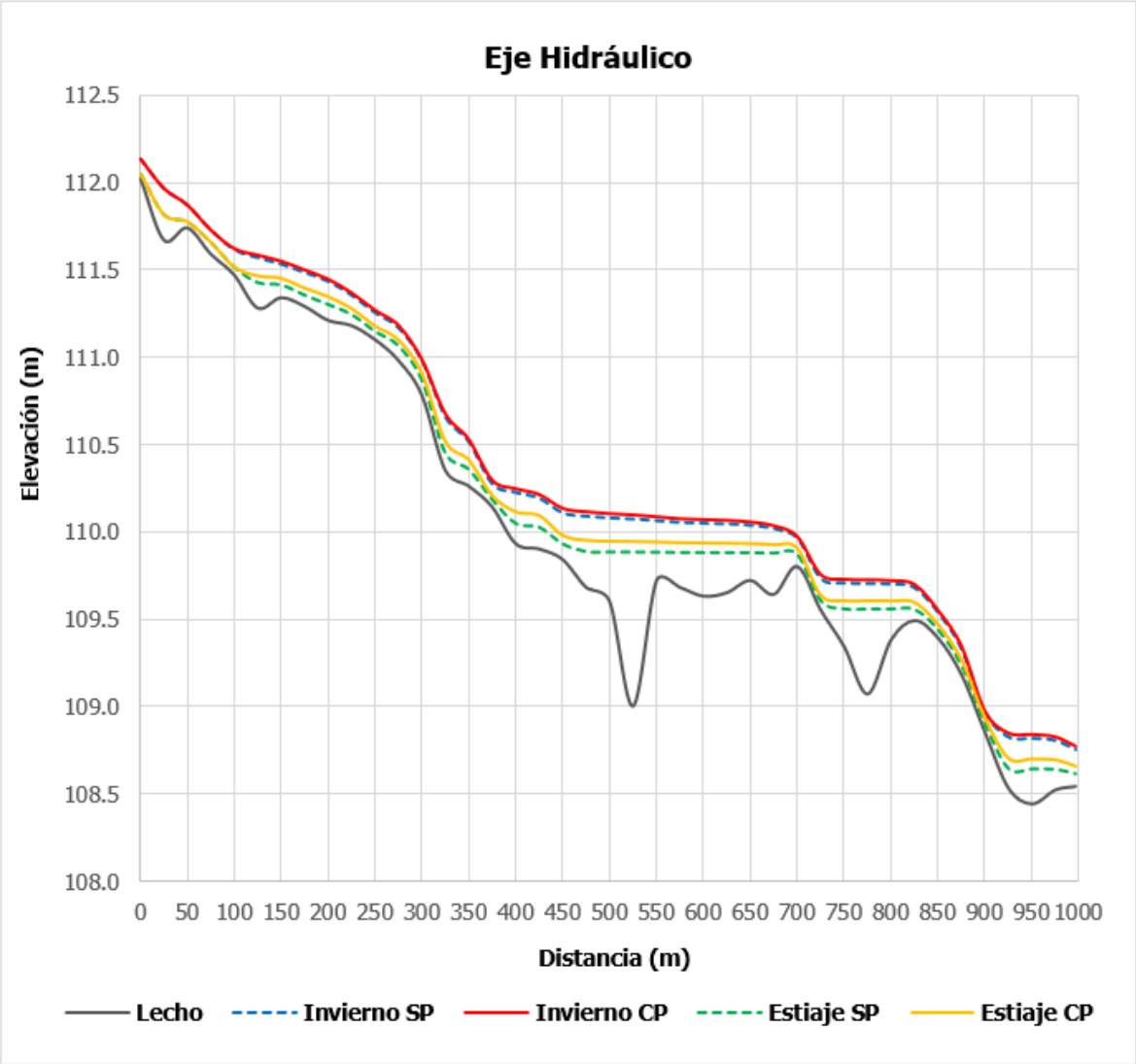



**Figura 24. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

En conclusión, los antecedentes analizados permiten descartar que la descarga proyectada de la PTAS genere un incremento de las condiciones de inundabilidad existentes en el Río Arenas. Las zonas susceptibles a inundación identificadas por la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt se localizan aproximadamente a 2,25 km aguas abajo del punto de descarga proyectado, mientras que la modelación hidráulica muestra que la incorporación del caudal máximo de descarga de la PTAS no produce variaciones significativas en la altura de la lámina de agua del cauce, observándose una superposición prácticamente completa entre los ejes hidráulicos correspondientes a las situaciones sin Proyecto y con Proyecto, particularmente bajo la condición invernal.

Asimismo, considerando que durante condiciones de crecida el caudal natural del Río Arenas aumenta respecto de los caudales medios analizados, la participación relativa del caudal aportado por la PTAS disminuye, por lo que su incidencia sobre los niveles de agua y las condiciones de escurrimiento resulta aún menor que la observada en los escenarios modelados de caudal medio.

En consecuencia, el aporte hidráulico asociado a la operación de la PTAS no modifica de manera relevante los niveles del Río Arenas ni genera una ampliación atribuible al Proyecto de las condiciones de desborde existentes aguas abajo, por lo que no se prevé un aumento del riesgo de inundación para los sectores poblados o viviendas ubicadas en dichas áreas. De esta forma, la obra de descarga resulta compatible con las condiciones de riesgo identificadas para el sector, en cuanto su operación no modifica sustantivamente el comportamiento hidráulico del cauce ni incrementa las condiciones de inundabilidad preexistentes.

**6.8. Sobre Observación 57 (Tomo I), el Titular responde principalmente sobre el caudal de descarga y el diseño de la obra, pero no incorpora ni analiza las zonas de inundación señaladas, ni presenta una delimitación del riesgo aguas abajo. Se solicita entonces entregar tal análisis.**

**Respuesta:**

En atención a lo solicitado, se complementa la respuesta entregada previamente incorporando expresamente el análisis de las zonas susceptibles a inundación ubicadas aguas abajo del punto de descarga proyectado de la PTAS.

De acuerdo con el Informe Final del "Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt", elaborado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción en enero de 2016 adjuntado en el anexo 4.2 de la Adenda complementaria, las zonas susceptibles al peligro de inundación por desborde de cauces se localizan aproximadamente a 2,25 km aguas abajo del punto de descarga de la PTAS, principalmente en el sector asociado al cruce con la Ruta V-625.

En la siguiente figura se presenta la delimitación cartográfica de dichas zonas, permitiendo visualizar su relación espacial con el punto de descarga proyectado y el tramo del Río Arenas analizado.

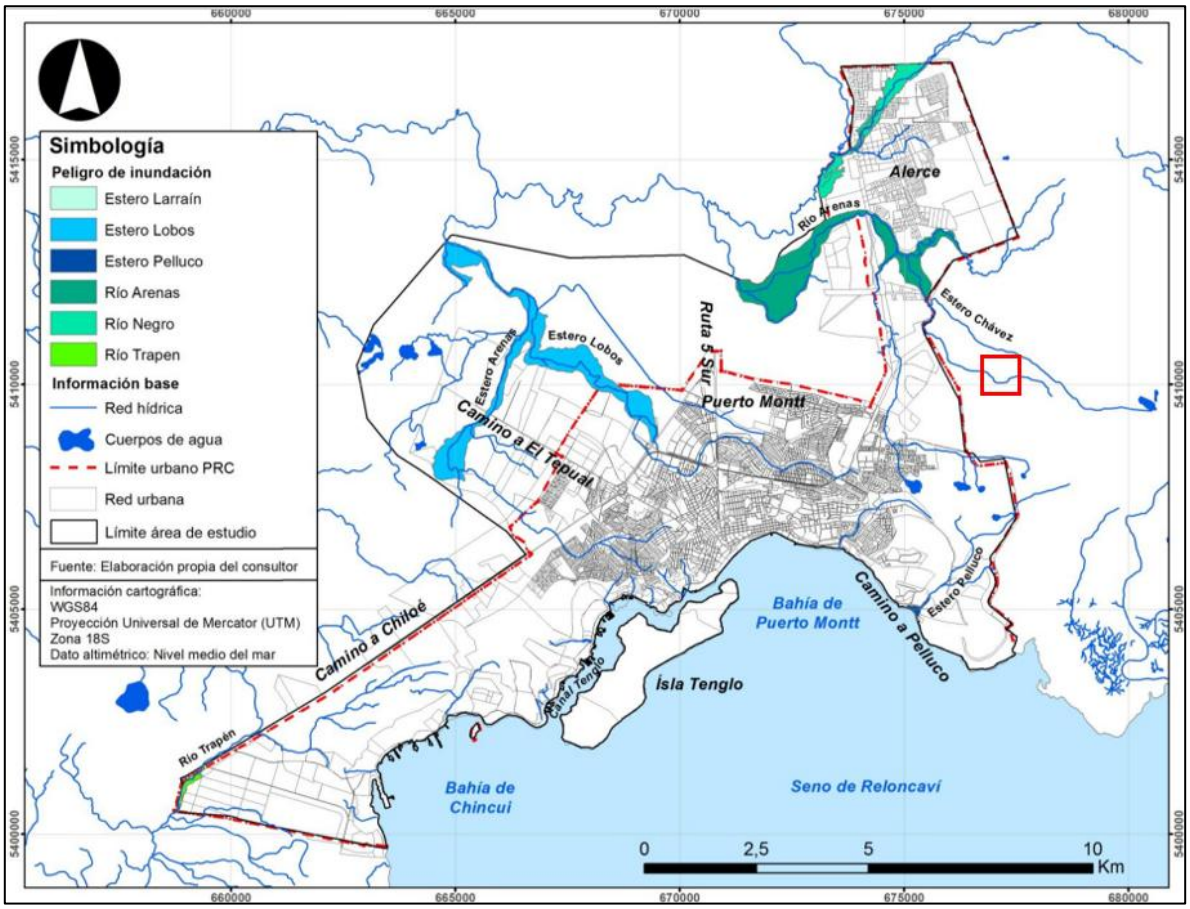



**Figura 25. Zonas Susceptibles al peligro de inundación por desbordes de cauces. Zona de proyecto PTAS destacada en rectángulo rojo.**

Fuente: Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt (EULA-Chile, 2016)

Complementariamente, de acuerdo con la modelación hidráulica presentada en el Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria, se evaluó el comportamiento del eje hidráulico del Río Arenas bajo condiciones sin Proyecto y con Proyecto, incorporando el caudal máximo proyectado de descarga de la PTAS.

Los resultados muestran que la incorporación del caudal de descarga no genera variaciones significativas en la altura de la lámina de agua del Río Arenas para los escenarios de caudal medio de estiaje e invierno. En particular, para la condición invernal, donde el cauce presenta mayores caudales, las curvas correspondientes a las situaciones sin Proyecto y con Proyecto se presentan prácticamente superpuestas, evidenciando una incidencia hidráulica mínima de la descarga proyectada.

Asimismo, considerando que los eventos de inundación se encuentran asociados a condiciones de mayores caudales en el Río Arenas, la participación relativa del caudal aportado por la PTAS respecto del caudal natural del río disminuye respecto de aquella observada bajo condiciones medias. Por consiguiente, la incidencia de la descarga sobre la altura de la lámina de agua resulta aún menor bajo condiciones de mayor caudal. Lo anterior se visualiza en la siguiente figura.

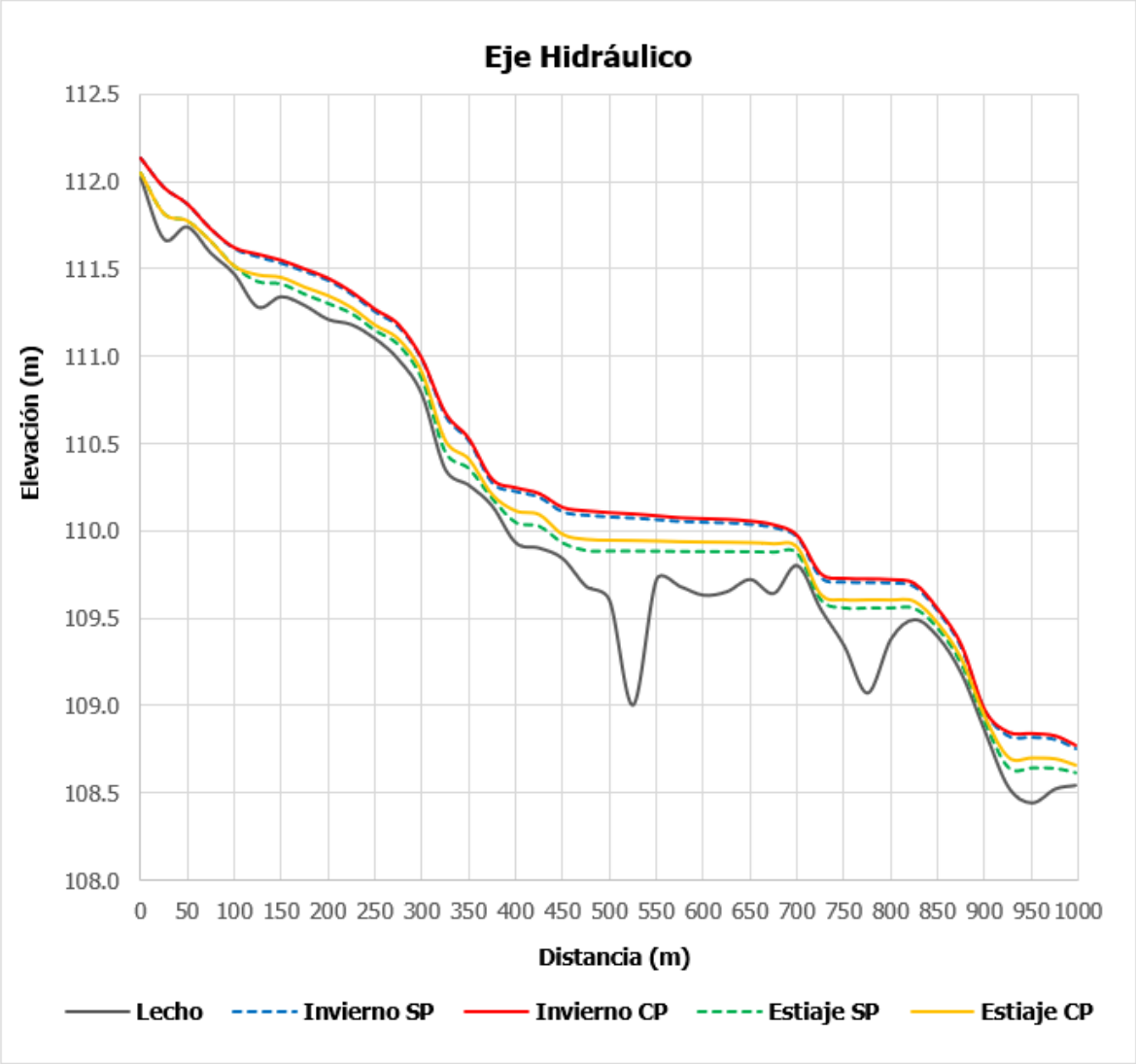



**Figura 26. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

En consecuencia, aun cuando existen zonas susceptibles a inundación aguas abajo del Proyecto, los antecedentes hidráulicos disponibles permiten concluir que éstas corresponden a una condición preexistente del Río Arenas y que la descarga proyectada de la PTAS no genera una modificación

relevante de los niveles de agua ni un incremento atribuible al Proyecto de las condiciones de inundabilidad existentes.

**6.9. Sobre Observación 121 (Tomo II), el Titular responde solo que "Estos valores son marginales frente al caudal natural del Río Arenas en periodo invernal, cuando el caudal del cauce aumenta significativamente por las lluvias propias de la zona", mas no demuestra cuál es el efecto del proyecto sobre la condición de inundabilidad de los sectores habitados aguas abajo. Se solicita analizar y entregar esta información.**

**Respuesta:**

Se complementa lo señalado previamente respecto del efecto de la descarga del Proyecto sobre las condiciones de inundabilidad aguas abajo.

Para estos efectos, se utilizó como antecedente el Informe Final del "Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt", elaborado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción en enero de 2016, en el cual se identifican cartográficamente las zonas susceptibles al peligro de inundación por desborde de cauces.

De acuerdo con dicha cartografía, las primeras zonas identificadas con susceptibilidad a inundación asociadas al Río Arenas se localizan aproximadamente a 2,25 km aguas abajo del punto de descarga proyectado de la PTAS, principalmente en el sector del cruce con la Ruta V-625. A continuación se presenta la relación con la ubicación de la descarga y los sectores habitados existentes aguas abajo.

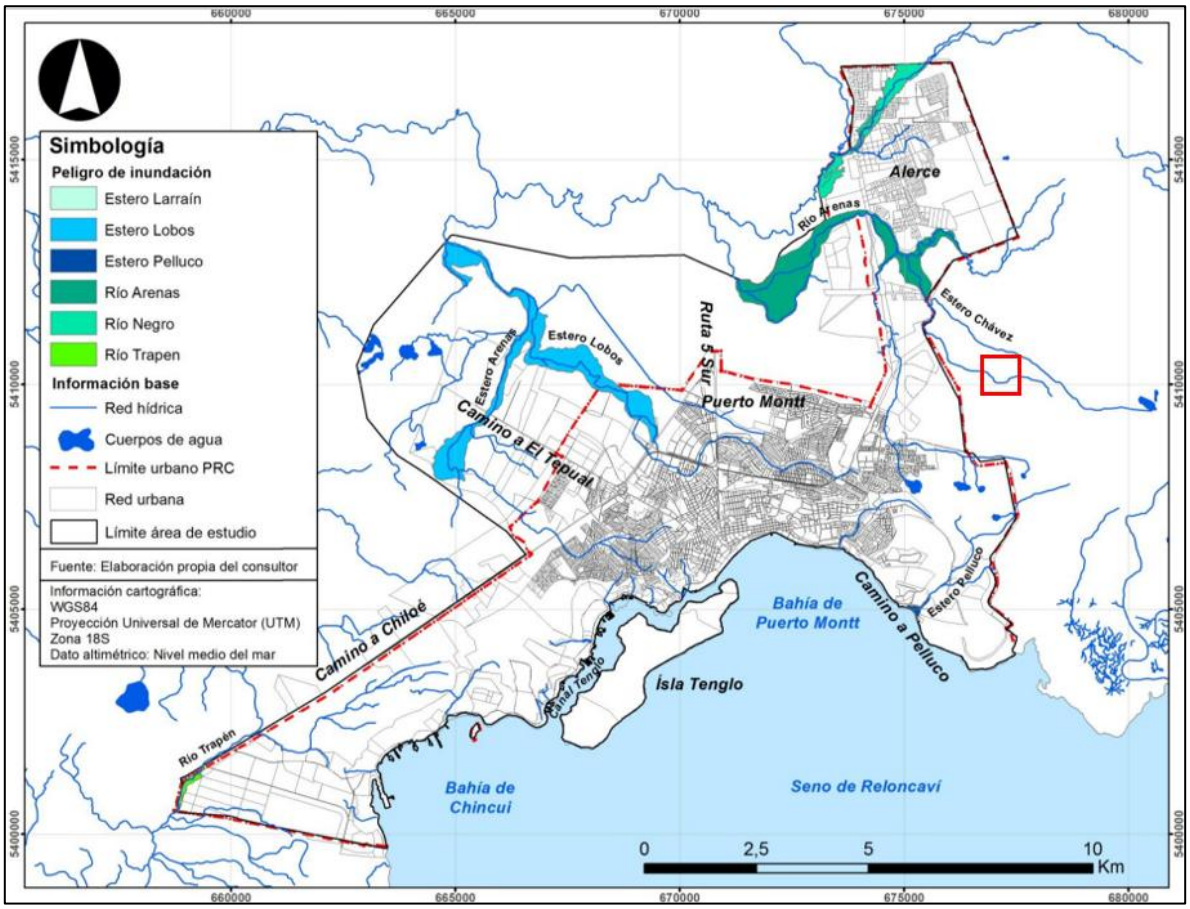



**Figura 27. Zonas Susceptibles al peligro de inundación por desbordes de cauces. Zona de proyecto PTAS destacada en rectángulo rojo.**

Fuente: Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt (EULA-Chile, 2016)

Por otro lado, de acuerdo con la modelación hidráulica presentada en el Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria, se comparó el comportamiento del eje hidráulico del Río Arenas para las condiciones sin Proyecto y con Proyecto, incorporando el caudal máximo de descarga de la PTAS.

Los resultados obtenidos para los escenarios de caudal medio de estiaje e invierno muestran que la incorporación de la descarga no genera variaciones significativas en la altura de la lámina de agua del cauce. En particular, para la condición invernal, las curvas correspondientes a los escenarios sin Proyecto y con Proyecto se presentan prácticamente superpuestas, evidenciando que la incorporación del caudal de la PTAS no modifica de manera relevante el comportamiento hidráulico del Río Arenas. Tal como se presenta en la siguiente figura.

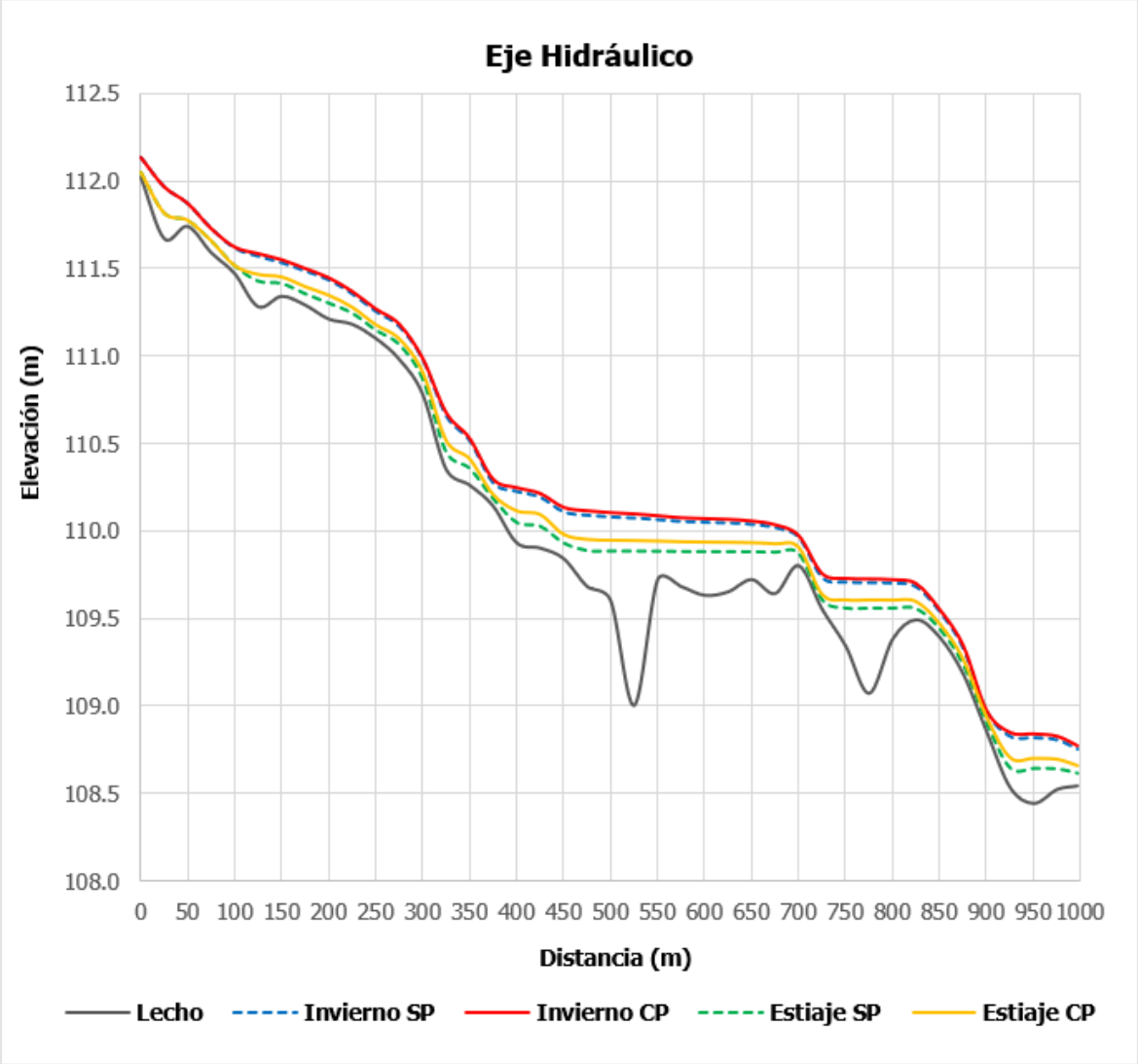



**Figura 28. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

Asimismo, para condiciones asociadas a mayores caudales del río, como aquellas vinculadas a eventos de crecida, la participación relativa del caudal aportado por la PTAS disminuye respecto de la observada bajo condiciones medias. En consecuencia, la incidencia hidráulica de la descarga sobre la altura de la lámina de agua resulta menor a medida que aumenta el caudal natural del cauce.

Sobre esta base, y considerando la localización de las zonas susceptibles a inundación identificadas por la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt, no se evidencia que la descarga proyectada genere una ampliación atribuible al Proyecto de las áreas inundables ni un aumento de la condición de riesgo para los sectores habitados ubicados aguas abajo.

Las zonas de inundación identificadas corresponden, por tanto, a una condición preexistente del Río Arenas, asociada a su comportamiento hidrológico e hidráulico natural y a las características del territorio, sin que el aporte de la PTAS produzca una modificación relevante de los niveles del cauce que permita atribuir al Proyecto un aumento del riesgo de desborde.

En consecuencia, se rectifica y complementa la respuesta entregada donde se indicaba el caudal de descarga como "marginal", sino en la revisión conjunta de la cartografía municipal de inundabilidad y los resultados de la modelación hidráulica del Río Arenas, los cuales permiten concluir que la descarga proyectada no incrementa de manera relevante las condiciones de inundabilidad preexistentes ni el riesgo asociado para los sectores habitados aguas abajo.

**6.10. Sobre Observación 273 (Tomo III), la respuesta señala que el aporte de la PTAS es marginal frente a los caudales invernales y que existen medidas de contingencia. Sin embargo, en la observación 404 (Tomo V) el Titular señala: "Respecto del transporte de la descarga hacia el río Maullín, el efluente cumple los límites de la Tabla 3 del D.S. N°90/2000 antes de ingresar al Río Arenas, y la modelación del cauce receptor (Anexo 4.7 de la Adenda) demuestra que aguas abajo del punto de descarga la calidad del agua vuelve a los valores históricos de línea de base dentro de un tramo acotado de 2.000 m aproximadamente. Por lo tanto, los aportes de la PTAS al río Maullín son marginales y se diluyen aún más en el caudal de la cuenca de destino". Por lo anterior es importante aclarar y complementar la fundamentación utilizada para calificar como marginal el aporte de la PTAS.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se aclara que la expresión "aporte marginal" no debe interpretarse en términos absolutos ni utilizarse indistintamente para todas las condiciones hidrológicas del Río Arenas, de todas maneras se presenta a continuación el caudal a descargar por subfase

**Tabla 48. Caudal acumulado del efluente.**

| Subfase en operación | Caudal medio acumulado |
|---|---|
| Subfase 1 | 2 L/s |
| Subfase 2 | 6 L/s |
| Subfase 3 | 10 L/s |
| Subfase 4 | 14 L/s |

Fuente: Elaboración propia en base a memoria de procesos, anexo 2.1 de la Adenda complementaria.

. En consecuencia, en la presente Adenda Complementaria dicho concepto será reemplazado por una descripción cuantitativa de la magnitud y extensión de las variaciones atribuibles a la descarga dentro del Área de Influencia del Proyecto.

En efecto, la información actualizada considera, bajo escenario de cambio climático, un caudal de estiaje del Río Arenas del orden de 0,024 m³/s, mientras que el caudal máximo horario de descarga de la PTAS corresponde a 0,04133 m³/s. Por tanto, bajo esta condición desfavorable, el efluente tratado puede constituir una fracción relevante del caudal circulante aguas abajo del punto de descarga.

Los resultados obtenidos para los escenarios de caudal medio de estiaje e invierno muestran que la incorporación de la descarga no genera variaciones significativas en la altura de la lámina de agua del cauce. En particular, para la condición invernal, las curvas correspondientes a los escenarios sin Proyecto y con Proyecto se presentan prácticamente superpuestas, evidenciando que la incorporación del caudal de la PTAS no modifica de manera relevante el comportamiento hidráulico del Río Arenas. Tal como se presenta en la siguiente figura.

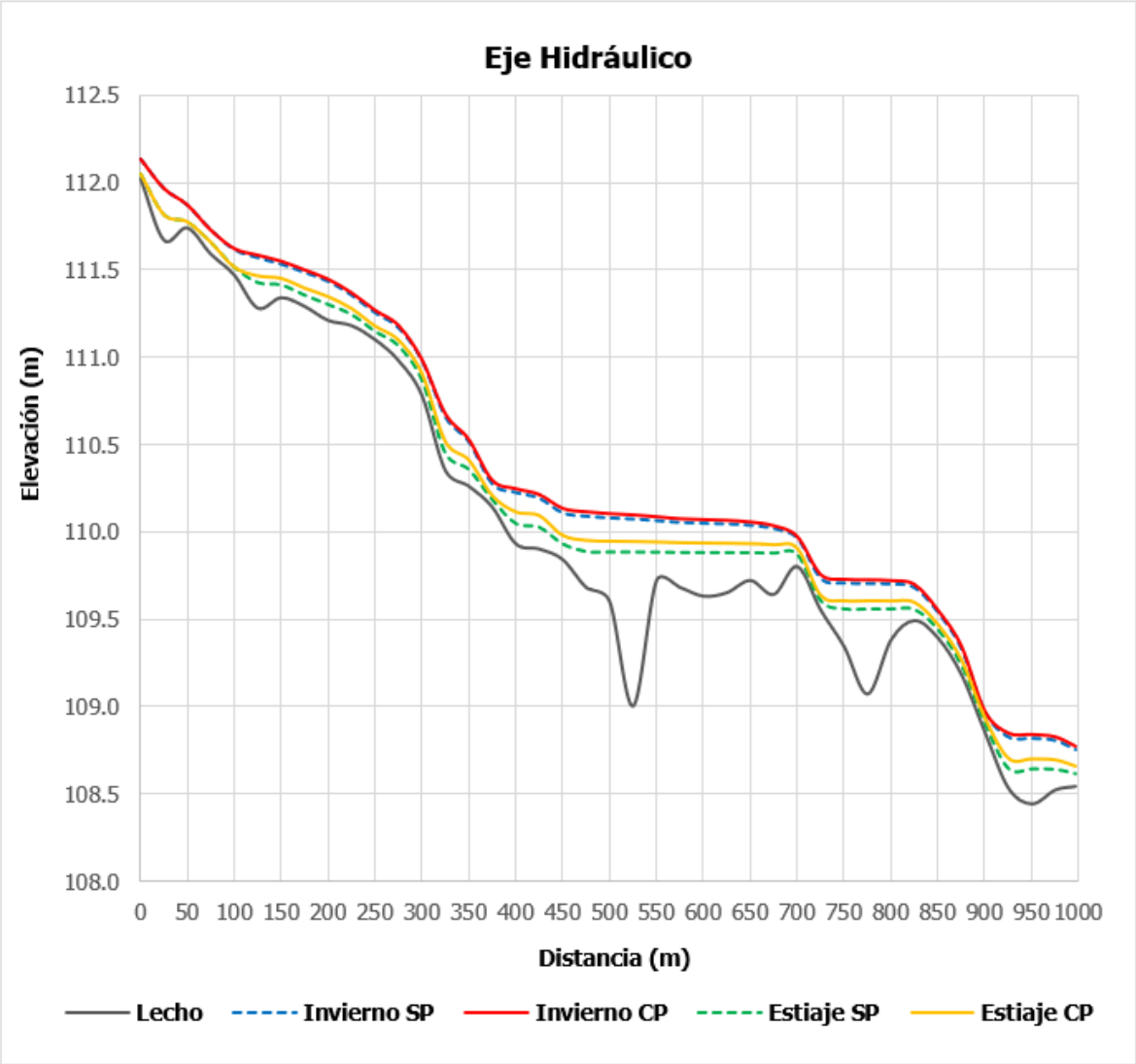



**Figura 29. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

Cabe destacar que el análisis de los efectos sobre el cuerpo receptor no se fundamenta exclusivamente en la capacidad de dilución del Río Arenas ni en calificar el aporte de la PTAS como marginal, sino que considera la calidad resultante del agua, la magnitud de las variaciones respecto de la condición basal, su comportamiento espacial y la distancia requerida para recuperar las condiciones consideradas representativas del cuerpo receptor.

Para estos efectos, la evaluación se circunscribe al tramo del Río Arenas comprendido dentro del Área de Influencia determinada mediante la Modelación de Cauce Receptor, considerando el escenario más desfavorable evaluado. En consecuencia, no se extenderá este análisis hacia el Río Negro ni Río

Maullín, toda vez que dichos sistemas se encuentran fuera del ámbito espacial definido para los efectos atribuibles a la descarga del Proyecto.

Por su parte, la Modelación de Cauce Receptor se presenta actualizada en el anexo 4.2 de la Adenda complementaria, identificando expresamente para cada parámetro el escenario modelado, la concentración basal, la concentración resultante inmediatamente aguas abajo de la descarga y su comportamiento a lo largo del tramo evaluado.

De esta manera, la expresión utilizada previamente en la Adenda Ciudadana respecto de que el aporte de la PTAS sería "marginal" se rectifica y precisa, estableciéndose que la significancia de las variaciones será evaluada cuantitativamente dentro del Área de Influencia del Río Arenas definida para el Proyecto, sin extender el análisis hacia el Estero Chávez, Río Negro o Río Maullín.

**6.11. Sobre Observación 461 (Tomo V), el Titular presenta antecedentes hidrológicos e hidráulicos, pero no demuestra específicamente que la descarga no incremente el riesgo de inundación en las viviendas ubicadas aguas abajo, que es el punto central de la observación y la preocupación.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se complementan los antecedentes presentados respecto del efecto de la descarga proyectada sobre las condiciones de inundabilidad de las viviendas y sectores habitados ubicados aguas abajo del punto de descarga.

En la siguiente figura correspondiente a la cartografía municipal, las zonas susceptibles al peligro de inundación por desborde del Río Arenas se localizan aproximadamente a 2,25 km aguas abajo del punto de descarga proyectado de la PTAS, principalmente en el sector asociado al cruce con la Ruta V-625. En consecuencia, dichas áreas corresponden a una condición de riesgo preexistente, cuya eventual modificación por efecto de la descarga del Proyecto debe analizarse específicamente.

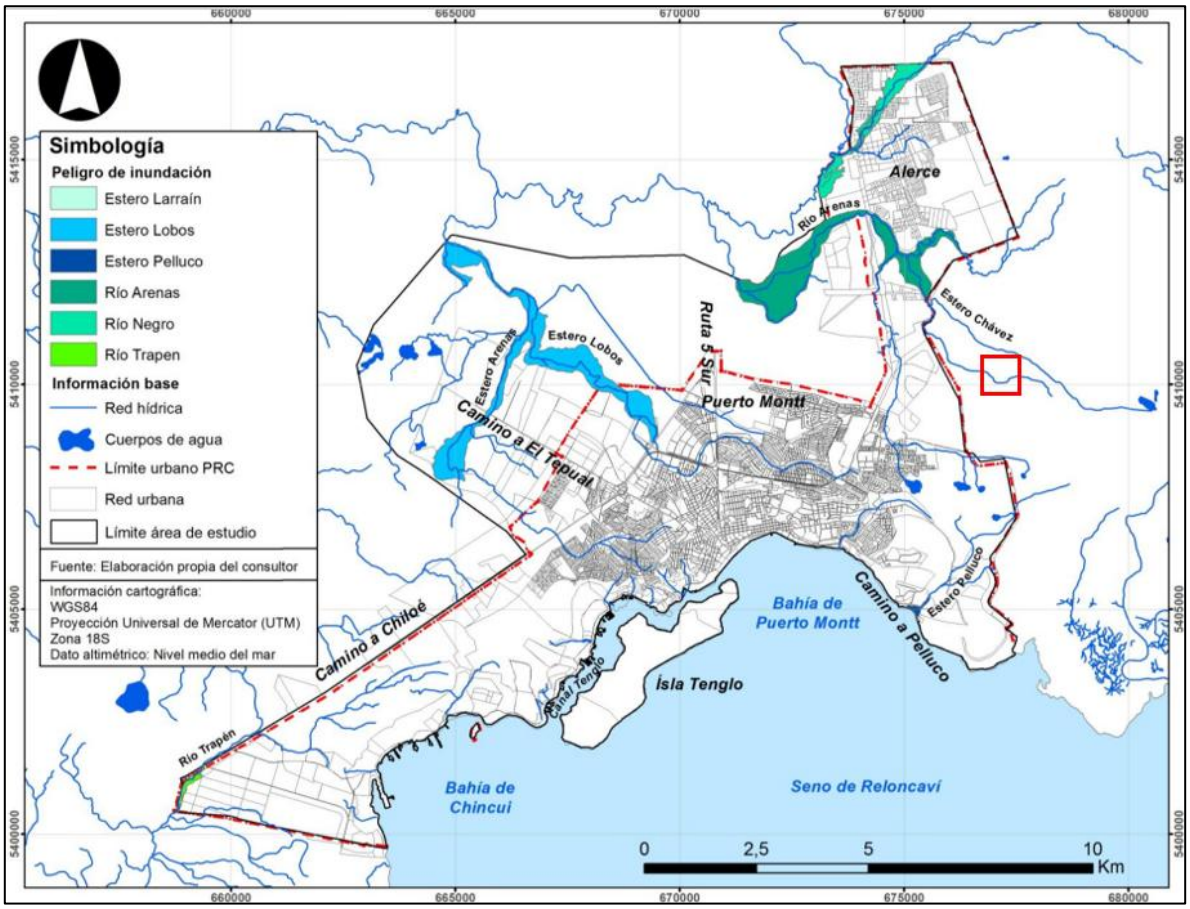



**Figura 30. Zonas Susceptibles al peligro de inundación por desbordes de cauces. Zona de proyecto PTAS destacada en rectángulo rojo.**

Fuente: Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt (EULA-Chile, 2016)

Para complementar la identificación de los receptores humanos presentes aguas abajo, el Catastro de Usos y Prácticas del Río Arenas actualizado en el anexo 4.1 de la Adenda complementaria donde se incorporó un levantamiento de información primaria en los sectores residenciales próximos al cauce, particularmente Pasaje Llanadita, Pasaje Don Justo y Calle Río Cisnes. El trabajo de terreno consideró 28 puntos correspondientes a viviendas, de los cuales en 11 fue posible realizar entrevistas directas a sus moradores, registrándose además su ubicación y relación espacial con el Río Arenas en la siguiente figura.

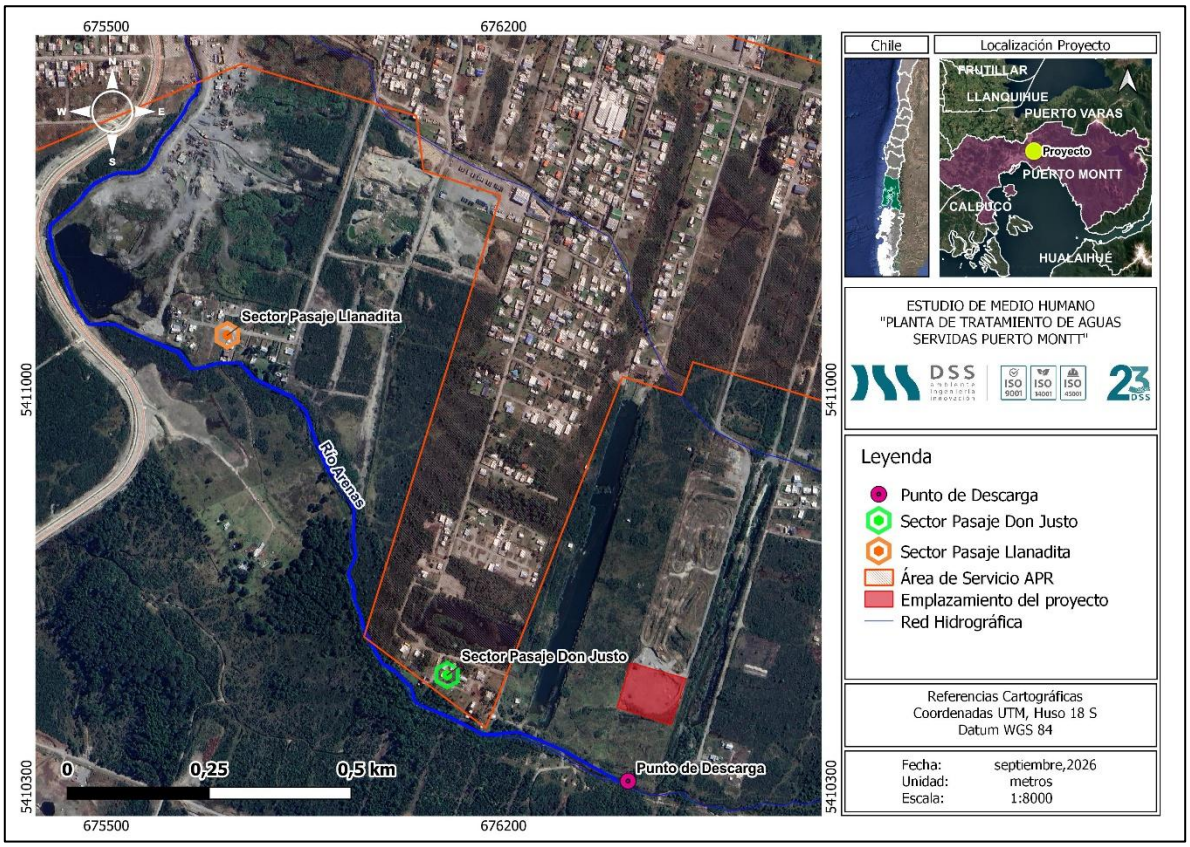



**Figura 31. Sectores aledaños al Río Arenas.**

Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis.

Este levantamiento permite disponer de antecedentes específicos respecto de las viviendas existentes aguas abajo y de su relación con el cauce. Entre los usos identificados se registran actividades domésticas no destinadas a consumo humano, recreación estival y bebida de animales. En ninguna de las 11 entrevistas realizadas se declaró el uso directo del Río Arenas para bebida o preparación de alimentos.

Asimismo, se identifican diferencias en las condiciones de abastecimiento de agua entre los sectores estudiados. En Pasaje Llanadita, localizado fuera del territorio operacional del APR, el Censo 2024 registra 10 hogares, de los cuales uno se abastece mediante red pública, tres mediante pozo y seis mediante camión aljibe, sin registrarse al río como fuente de abastecimiento. Por su parte, el sector Pasaje Don Justo se encuentra dentro del territorio operacional del APR La Vara y, de 97 viviendas con información disponible, 89 se abastecen mediante red pública y ocho mediante pozo, sin registrarse tampoco al Río Arenas como fuente de abastecimiento.

Estos antecedentes permiten identificar de manera más precisa los sectores habitados que deben ser considerados al analizar la preocupación relativa a la inundabilidad aguas abajo, sin asumir de manera genérica la existencia o distribución de los receptores.

Por otra parte, de acuerdo con la modelación hidráulica presentada en el Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria, la incorporación del caudal máximo proyectado de descarga de la PTAS no genera variaciones significativas en la altura de la lámina de agua del Río Arenas para los escenarios analizados de caudal medio de estiaje e invierno.

Particularmente para la condición invernal, correspondiente al escenario de mayor caudal entre las condiciones medias modeladas, los ejes hidráulicos correspondientes a las situaciones sin Proyecto y con Proyecto se presentan prácticamente superpuestos, evidenciando que la incorporación del caudal de la PTAS no produce una modificación relevante de los niveles del cauce. Como se presenta en la siguiente figura.

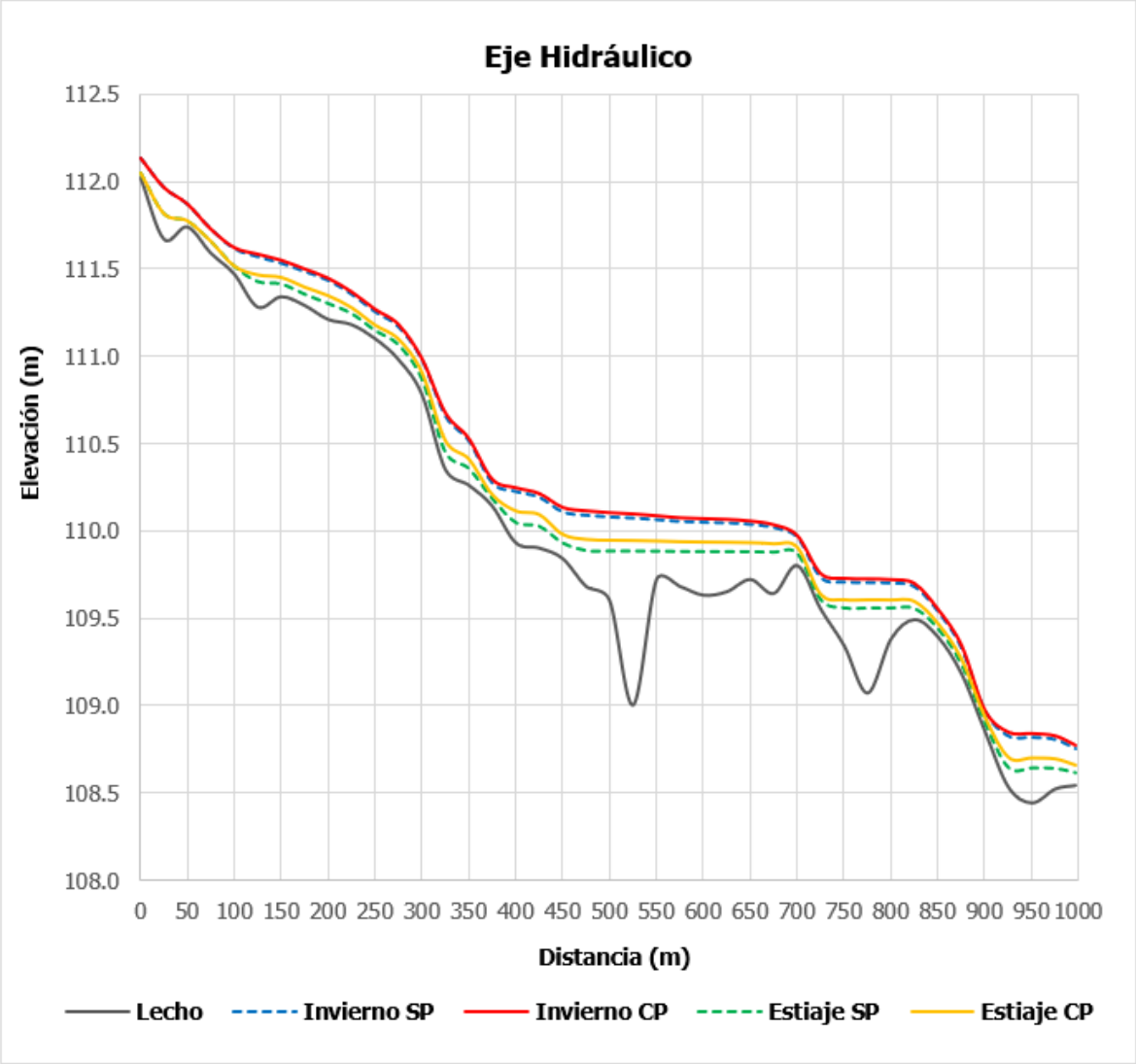



**Figura 32. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

Asimismo, bajo condiciones de mayores caudales naturales del Río Arenas, la proporción que representa el caudal descargado por la PTAS respecto del caudal circulante disminuye. En consecuencia, la incidencia relativa de la descarga sobre la altura de la lámina de agua resulta menor a medida que aumenta el caudal natural del río.

A partir de la integración de estos antecedentes, se concluye que, si bien existen sectores habitados y viviendas ubicados aguas abajo en un territorio donde se reconocen zonas susceptibles a inundación, la descarga proyectada de la PTAS no genera una modificación relevante de los niveles del Río Arenas que pueda traducirse en un incremento atribuible al Proyecto del riesgo de inundación para dichas viviendas.

En este sentido, la condición de inundabilidad identificada mediante la cartografía municipal corresponde a una condición preexistente del territorio, mientras que los resultados hidráulicos muestran que la incorporación de la descarga de la PTAS no altera de manera significativa el comportamiento del cauce respecto de la situación sin Proyecto.

Adicionalmente, y aun cuando el levantamiento efectuado no identificó al Río Arenas como fuente habitual de agua para consumo humano, se reconocieron usos domésticos no potables, recreativos y pecuarios, así como la existencia de viviendas fuera del territorio operacional del APR. Por este motivo, el Proyecto ha considerado dichas viviendas y usuarios dentro del Catastro de Usos y Prácticas y del Protocolo de Comunicación de Riesgo, otorgando especial consideración a aquellos hogares que no cuentan con APR o que pudieran recurrir temporalmente al río ante interrupciones de sus fuentes habituales de abastecimiento.

Cabe precisar que este protocolo corresponde a una medida asociada a contingencias que puedan comprometer la calidad del efluente o del cuerpo receptor, y no constituye una medida de control del riesgo de inundación. Su incorporación permite, no obstante, mantener identificados y caracterizados a los usuarios y sectores habitados aguas abajo frente a eventuales situaciones extraordinarias de operación.

En consecuencia, se complementa la respuesta a la Observación N°461 mediante la identificación específica de viviendas y sectores habitados aguas abajo, la revisión de la cartografía municipal de inundabilidad y la comparación hidráulica de las condiciones sin Proyecto y con Proyecto, concluyéndose que no se prevé un incremento del riesgo de inundación atribuible a la descarga proyectada de la PTAS sobre las viviendas identificadas aguas abajo.

**6.12. Sobre Observaciones N°573 y 617 (Tomo VI), el propio Titular reconoce que debe complementar el análisis hidrológico. Se solicita entonces referirse y explicar tal análisis que es justificado de realizarse y parte de la preocupación de la comunidad vecina.**

**Respuesta:**

En atención a lo solicitado, el Informe de Modelación de Cauce Receptor, adjunto en el Anexo 4.2 de la Adenda complementaria, presenta sus resultados con la revisión de las zonas susceptibles al peligro de inundación identificadas en el "Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt", elaborado por EULA-Chile para la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt. La cual se adjunta a continuación.

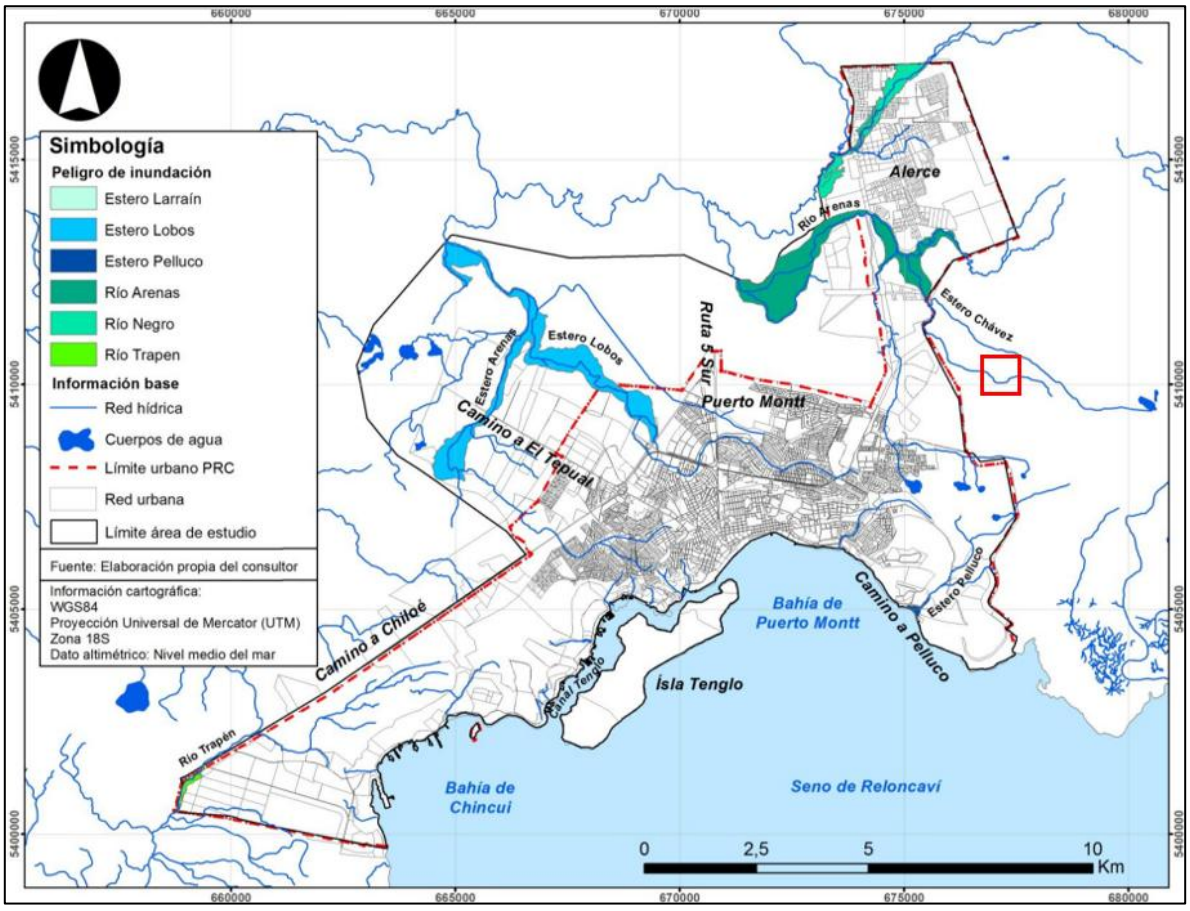



**Figura 33. Zonas Susceptibles al peligro de inundación por desbordes de cauces. Zona de proyecto PTAS destacada en rectángulo rojo.**

Fuente: Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del área urbana de la comuna de Puerto Montt (EULA-Chile, 2016)

De acuerdo con dicha cartografía, las zonas susceptibles a inundación asociadas al Río Arenas se localizan aproximadamente a 2,25 km aguas abajo del punto de descarga de la PTAS, principalmente

en el sector del cruce con la Ruta V-625. Estas zonas corresponden a una condición de riesgo preexistente del territorio.

Asimismo, el análisis se complementa con los antecedentes levantados respecto de los sectores habitados ubicados aguas abajo del Proyecto. El Catastro de Usos y Prácticas del Río Arenas actualizado considera 28 puntos correspondientes a viviendas y permitió caracterizar particularmente los sectores de Pasaje Llanadita, Pasaje Don Justo y Calle Río Cisnes, los cuales se presentan en la siguiente figura.

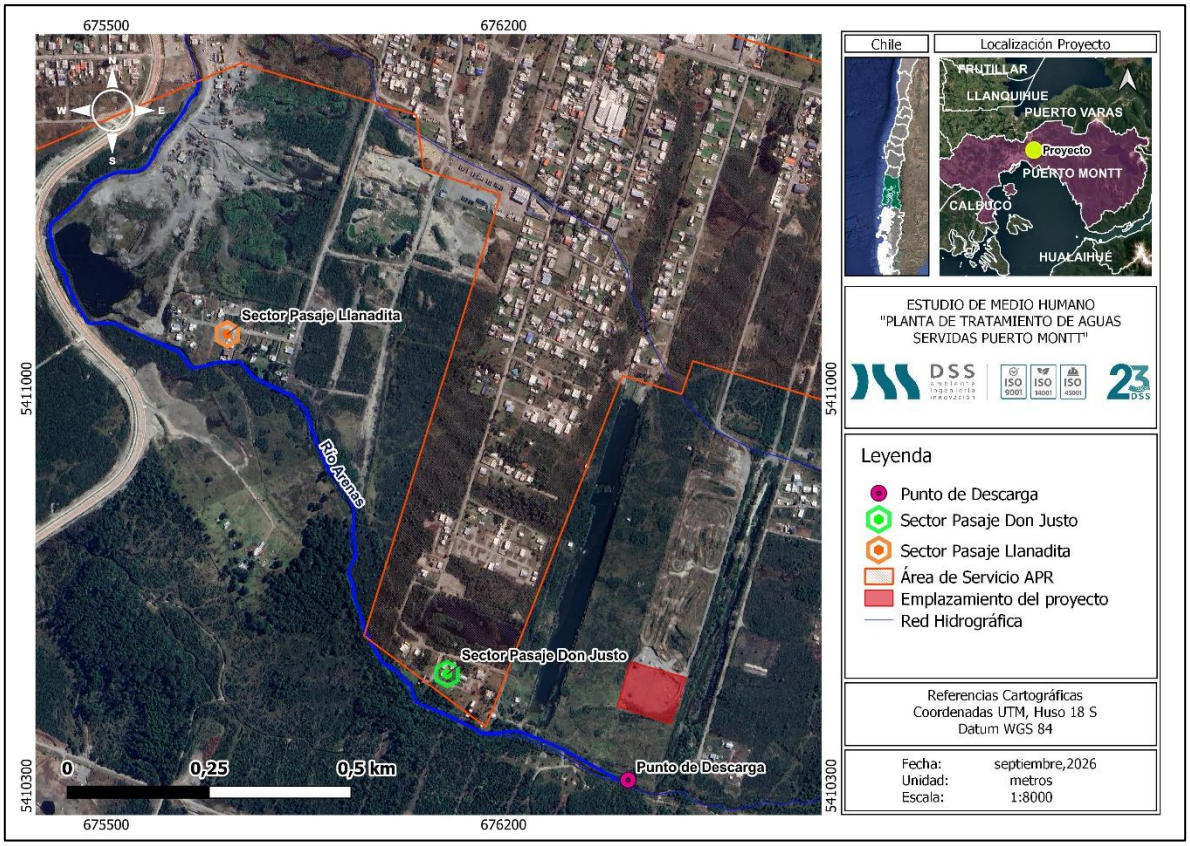



**Figura 34. Sectores aledaños al Río Arenas.**

Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis.

Por su parte, los resultados de la modelación hidráulica permiten comparar el comportamiento del Río Arenas para las situaciones sin Proyecto y con Proyecto, incorporando el caudal máximo proyectado de descarga de la PTAS. Para los escenarios analizados de caudal medio de estiaje e invierno, la incorporación de la descarga no genera variaciones significativas en la altura de la lámina de agua del cauce. En particular, para la condición invernal, los ejes hidráulicos correspondientes a las situaciones sin y con Proyecto se presentan prácticamente superpuestos. A continuación se presentan los ejes hidráulicos para las situaciones sin Proyecto y con Proyecto.

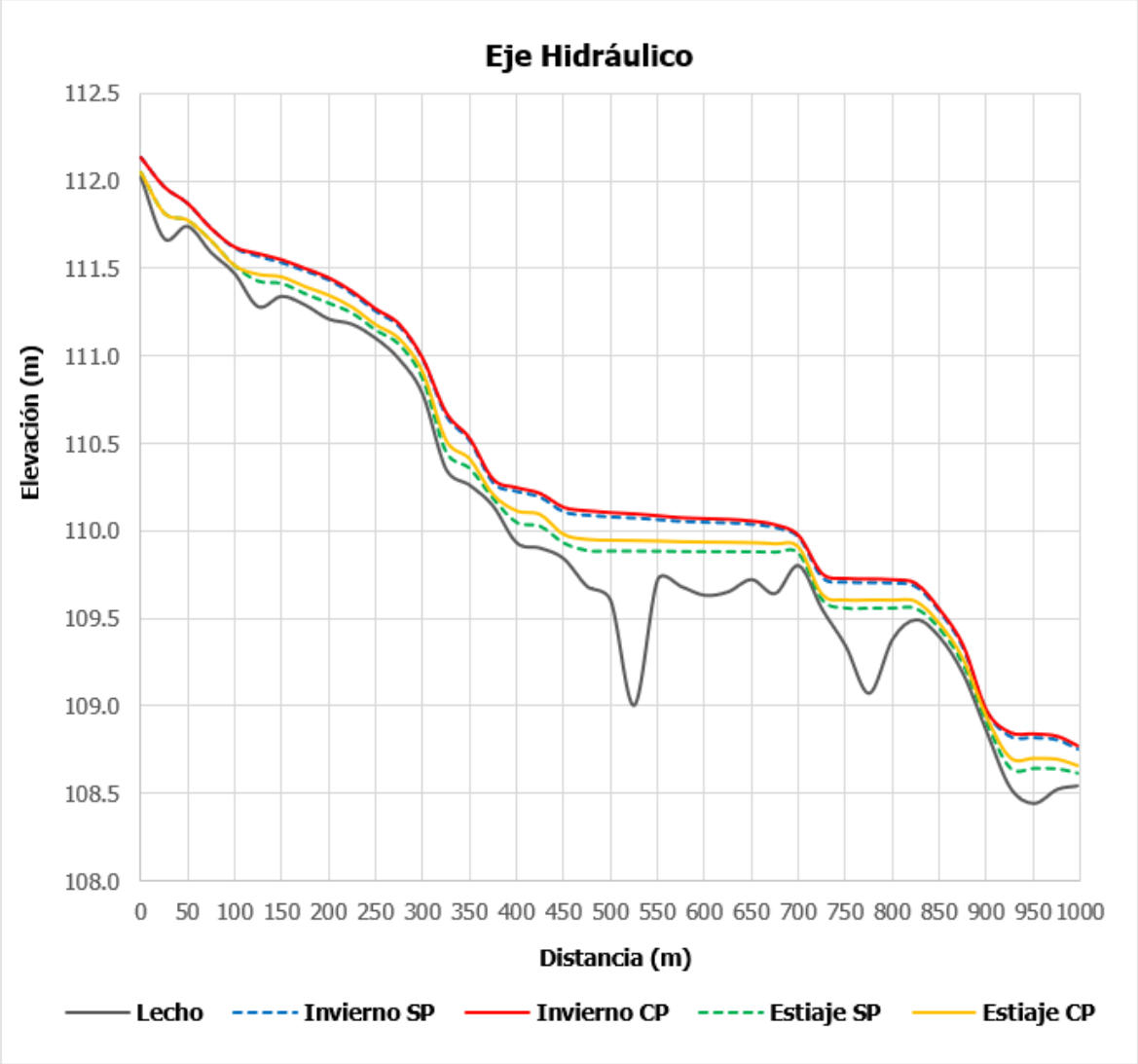



**Figura 35. Eje Hidráulico longitudinal. Modelación con caudales medios de invierno y estiaje.**

Fuente: Elaborado a partir de la modelación hidráulica. Anexo 4.2 de la Adenda complementaria

Como se evidencia, bajo condiciones de mayores caudales naturales del Río Arenas, como aquellas asociadas a eventos de crecida, la proporción que representa el caudal aportado por la PTAS respecto del caudal circulante disminuye. En consecuencia, la incidencia relativa de la descarga sobre los niveles del río resulta menor a medida que aumenta el caudal natural del cauce.

De esta forma, el análisis de inundabilidad no se sustenta exclusivamente en una comparación relativa entre el caudal de descarga de la PTAS y el caudal natural del Río Arenas, sino en la evaluación conjunta de la modelación hidráulica, la cartografía municipal de susceptibilidad a inundación y la localización de los sectores habitados identificados aguas abajo.

Sobre esta base, se concluye que, si bien existen sectores aguas abajo que presentan una condición preexistente de susceptibilidad a inundación, la descarga proyectada de la PTAS no genera una modificación relevante de los niveles del Río Arenas que pueda traducirse en un incremento atribuible al Proyecto de las áreas inundables o del riesgo de inundación para las viviendas y sectores habitados identificados.

En consecuencia, los antecedentes incorporados permiten concluir que la operación del Proyecto no incrementa las condiciones de inundabilidad existentes aguas abajo del punto de descarga, siendo la obra de descarga compatible, desde el punto de vista hidráulico, con las condiciones de riesgo previamente identificadas para el Río Arenas.

**Impactos acumulativos**

**Observación N°58 (Tomo I)**

**Observación N°163 (Tomo II)**

**Observaciones N°257 y N°258 (Tomo III)**

**Observación N°324 (Tomo IV)**

**Observaciones N°404, 414 (Tomo V)**

**6.13. En consideración de las observaciones ciudadanas, se solicita al Titular complementar la evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos sobre el sistema hídrico, considerando las descargas, proyectos, actividades e infraestructura sanitaria existentes, proyectadas o en evaluación en la cuenca del Río Arenas y su conexión con el río Maullín.**

**Deberá identificar las fuentes consideradas y evaluar su interacción sobre la calidad del agua y la capacidad de asimilación del cuerpo receptor, especialmente bajo condiciones de estiaje.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se complementa lo señalado en la Adenda Ciudadana respecto de la eventual existencia de efectos acumulativos o sinérgicos asociados a otras descargas en el Río Arenas.

En primer término, se precisa que, de acuerdo con los antecedentes revisados para el sector, no se reconoce una descarga oficial de aguas servidas ubicadas aguas arriba del punto de descarga proyectado de la PTAS Puerto Montt y dentro del Área de Influencia definida para el Proyecto. Por tanto, la condición de calidad de agua existente antes de la incorporación del efluente del Proyecto corresponde a la condición basal efectivamente levantada en terreno.

Para caracterizar dicha condición se realizaron campañas de muestreo en distintos períodos y puntos del Río Arenas, incorporando mediciones in situ y análisis de laboratorio, lo que permitió determinar las condiciones hidroquímicas previas a la operación del Proyecto y su variabilidad temporal.

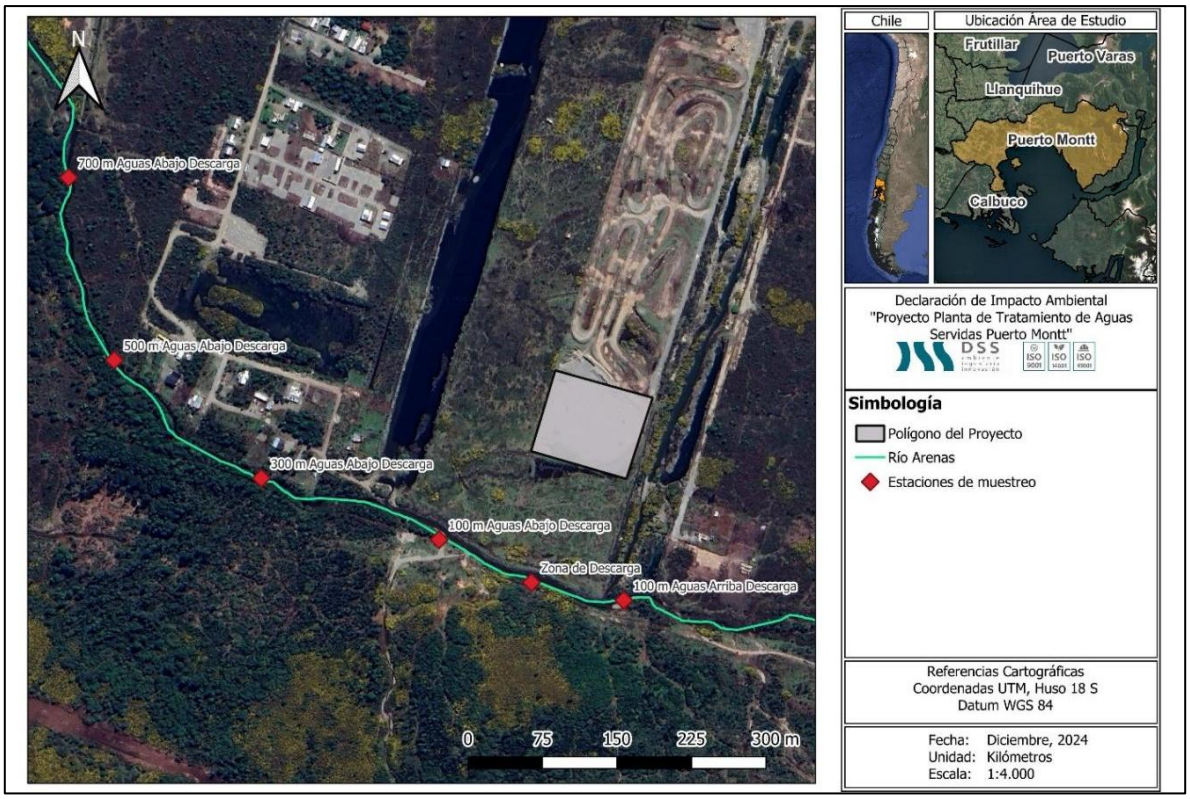



**Figura 36. Puntos de muestreo de calidad de aguas.**

Fuente: Modelación de cauce receptor, anexo 4.2 de la Adenda complementaria

Asimismo, en la Adenda se incorporó una nueva campaña en periodo de verano en marzo del 2026 y actualizó la modelación de calidad de agua en HEC-RAS, redefiniendo el Área de Influencia a partir del tramo en que los parámetros evaluados recuperan condiciones equivalentes a la línea de base histórica del Río Arenas, considerando el caso más desfavorable y aumentando el área de influencia pasando de 1.670 a 2.040 metros aguas abajo de la descarga en función de las concentraciones. Como se presenta en la siguiente figura.

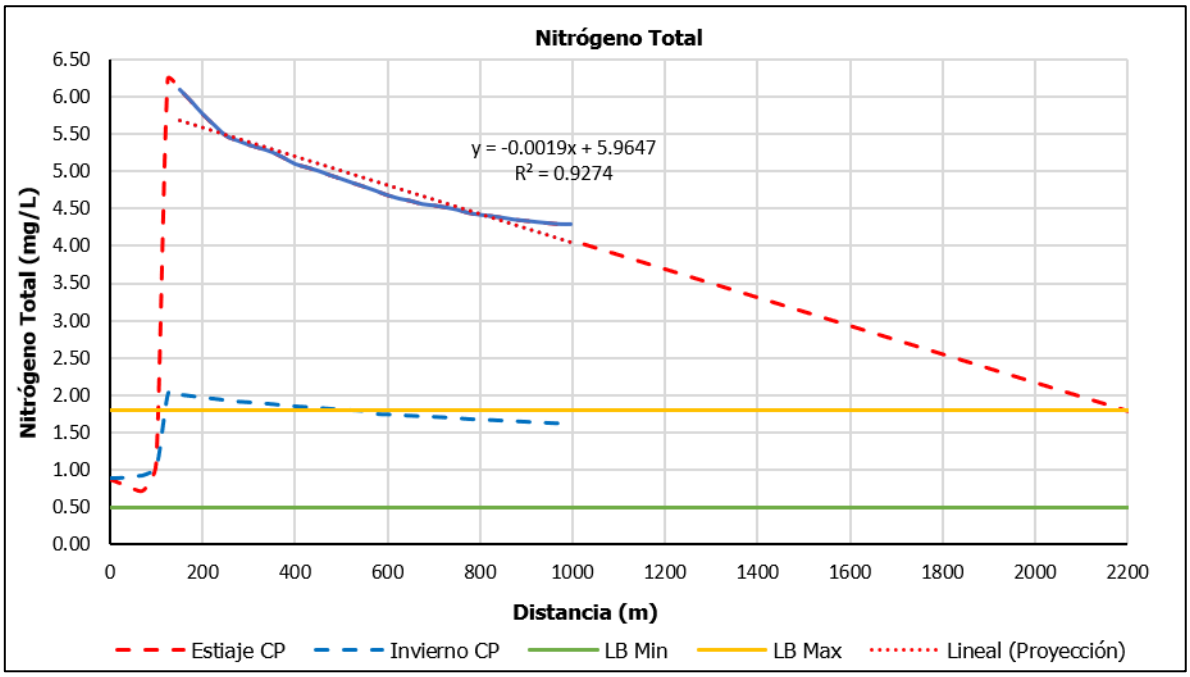



**Figura 37. Distribución de Concentraciones de Nitrógeno total.**
Fuente: Modelación de cauce receptor, Anexo 4.2 de la Adenda complementaria.

Respecto de otras plantas de tratamiento, se identifica la PTAS La Vara de Aguas San Pedro, cuyo punto de descarga se localiza aproximadamente 3,5 km aguas abajo del punto de descarga del presente Proyecto. Los antecedentes de la Adenda Ciudadana señalan que dicha descarga se encuentra aguas abajo del tramo previamente definido como Área de Influencia del Proyecto.

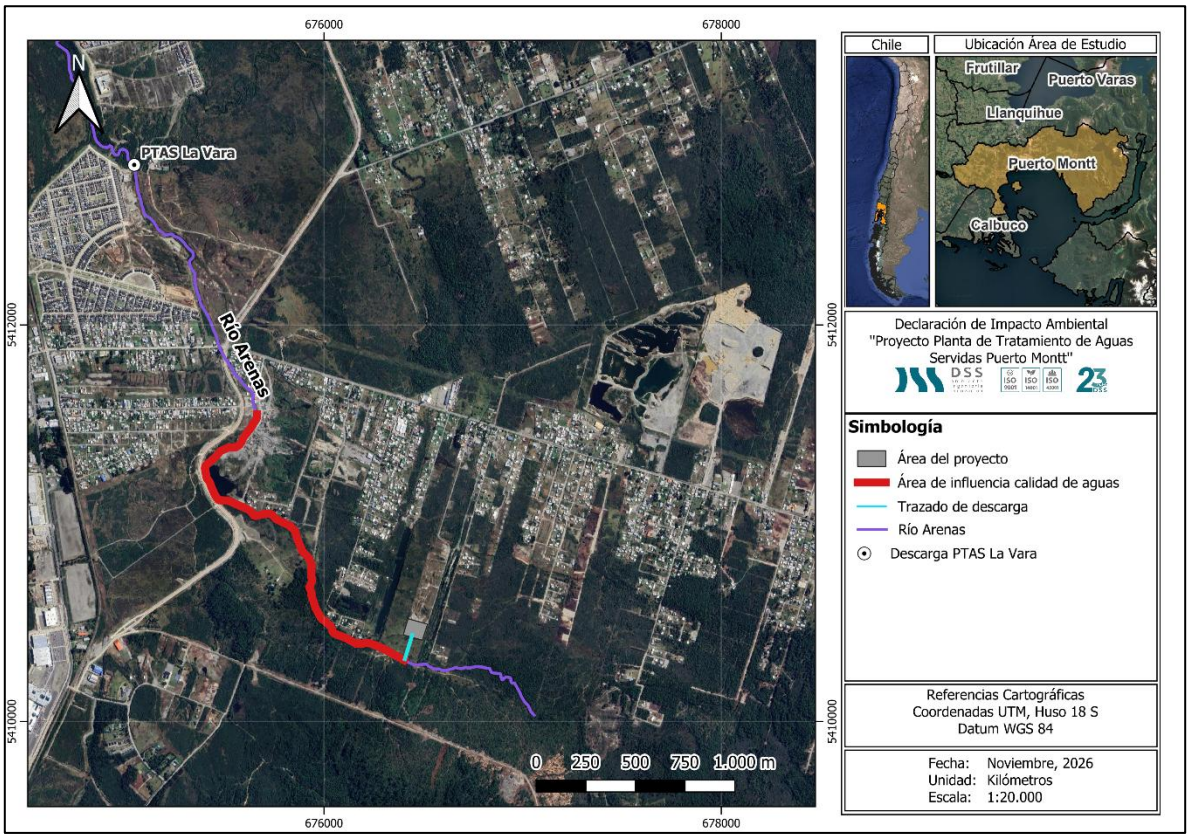



**Figura 38. Relación área de influencia de calidad de aguas y la PTAS La vara.**
Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis

En consecuencia, el Área de Influencia de la PTAS Puerto Montt no alcanza ni se superpone con el punto de descarga de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro. Por tanto, dentro del tramo espacial evaluado para el presente Proyecto no se verifica una superposición directa entre ambas descargas.

La evaluación de efectos acumulativos se sustenta, por tanto, en los siguientes antecedentes:

- La condición basal del Río Arenas fue determinada mediante campañas de terreno, mediciones in situ y análisis de laboratorio;
- No se reconoce dentro del Área de Influencia una descarga oficial aguas arriba del punto de vertimiento del Proyecto que deba incorporarse como fuente concurrente;
- La PTAS La Vara de Aguas San Pedro se emplaza aguas abajo y fuera del Área de Influencia definida para la PTAS Puerto Montt; y
- La modelación del cauce receptor permite evaluar la magnitud y extensión espacial de las variaciones atribuibles exclusivamente a la descarga del Proyecto dentro del tramo considerado.

Por lo anterior, no se identifica dentro del Área de Influencia definida para el Proyecto una superposición espacial de descargas que permita configurar un efecto acumulativo o sinérgico sobre la calidad del agua.

Sin perjuicio de lo anterior, el análisis se basa en el escenario de estiaje y cambio climático como condición desfavorable, de manera de evaluar el comportamiento del efluente bajo la menor capacidad natural de dilución del Río Arenas.

De esta manera, el descarte de efectos acumulativos no se fundamenta únicamente en el cumplimiento individual del D.S. N°90/2000, sino también en la caracterización efectiva de la condición basal del Río Arenas, la ausencia de otras descargas oficiales reconocidas dentro del Área de Influencia y la inexistencia de superposición espacial con la descarga de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro.

**6.14. Sobre Observación 58 (Tomo I), el Titular básicamente señala que las futuras fuentes deberán evaluarse cuando ingresen al SEIA, pero eso no constituye una evaluación acumulativa del escenario actual/proyectado. Se solicita entonces explicar cómo no se ha de generar un impacto acumulativo respecto de la operatividad de la planta de tratamiento de aguas servidas.**

**Respuesta:**

Se reconoce que señalar que eventuales fuentes futuras deberán ser evaluadas individualmente cuando ingresen al SEIA no constituye, por sí mismo, una evaluación de los potenciales efectos acumulativos asociados al escenario actualmente conocido. Por lo anterior, el análisis se complementa considerando las condiciones existentes del Río Arenas y las descargas oficialmente identificadas en relación con el Área de Influencia del presente Proyecto.

Al respecto, no se reconoce una descarga oficial de aguas servidas ubicadas aguas arriba del punto de descarga proyectado de la PTAS Puerto Montt que se haya presentado al SEIA y dentro del Área de Influencia definida mediante la Modelación de Cauce Receptor. De todas maneras es posible que existan descargas no oficiales que afecten la calidad de aguas del Río Arenas.

Sin perjuicio de lo anterior, la condición del Río Arenas no ha sido asumida como una condición teórica o prístina. Para caracterizar su situación basal, se realizaron campañas de terreno en distintos períodos, específicamente en septiembre de 2023, noviembre de 2023, febrero de 2024, octubre de 2024 y marzo de 2026. Estas campañas contemplaron mediciones de parámetros en terreno y la recolección de muestras para análisis de laboratorio, considerando variables de calidad de agua tales como Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días ($DBO_5$), Fósforo Total (PT), Nitrógeno Total (NT), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales y Oxígeno Disuelto (OD).

Lo anterior permitió caracterizar las condiciones efectivas de calidad del agua del río previo a la entrada en operación del Proyecto, así como reconocer su variabilidad temporal. En este sentido, la línea de base consideró campañas desarrolladas en distintos períodos y puntos del cauce, cuyos resultados fueron utilizados como antecedentes para la modelación de calidad del agua. Asimismo, dichos resultados fueron contrastados con los criterios normativos aplicables, considerando los límites establecidos en la Tabla N° 3 del D.S. N° 90/2000, para la descarga de residuos líquidos, y los requisitos de calidad para aguas destinadas a la vida acuática establecidos en la Tabla N° 4 de la NCh N° 1.333, en lo relativo al cuerpo receptor.

En consecuencia, la condición basal utilizada para evaluar el Proyecto incorpora las condiciones ambientales efectivamente existentes en el Río Arenas al momento de los muestreos, incluyendo las eventuales presiones o aportes preexistentes que pudieran encontrarse reflejados en la calidad

medida del cauce, sin que corresponda atribuirlos a una fuente determinada cuando ésta no ha sido oficialmente identificada.

Respecto de otras instalaciones sanitarias, se reconoce la presencia de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro, cuyo punto de descarga se encuentra aproximadamente 3,5 km aguas abajo del punto de descarga del presente Proyecto.

No obstante, dicho punto de descarga se encuentra fuera del Área de Influencia determinada para la PTAS Puerto Montt. La Modelación de Cauce Receptor define el Área de Influencia en función de la extensión espacial de las variaciones atribuibles a la descarga del Proyecto, considerando el escenario más desfavorable y la distancia necesaria para que los parámetros evaluados alcancen condiciones equivalentes a los rangos históricos del Río Arenas.

Por tanto, no se verifica una superposición espacial entre el Área de Influencia de la descarga de la PTAS Puerto Montt y el punto de descarga de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro. Bajo el escenario modelado, los efectos atribuibles al presente Proyecto se encuentran acotados a un tramo del Río Arenas anterior a dicha instalación, tal como se presenta a continuación.

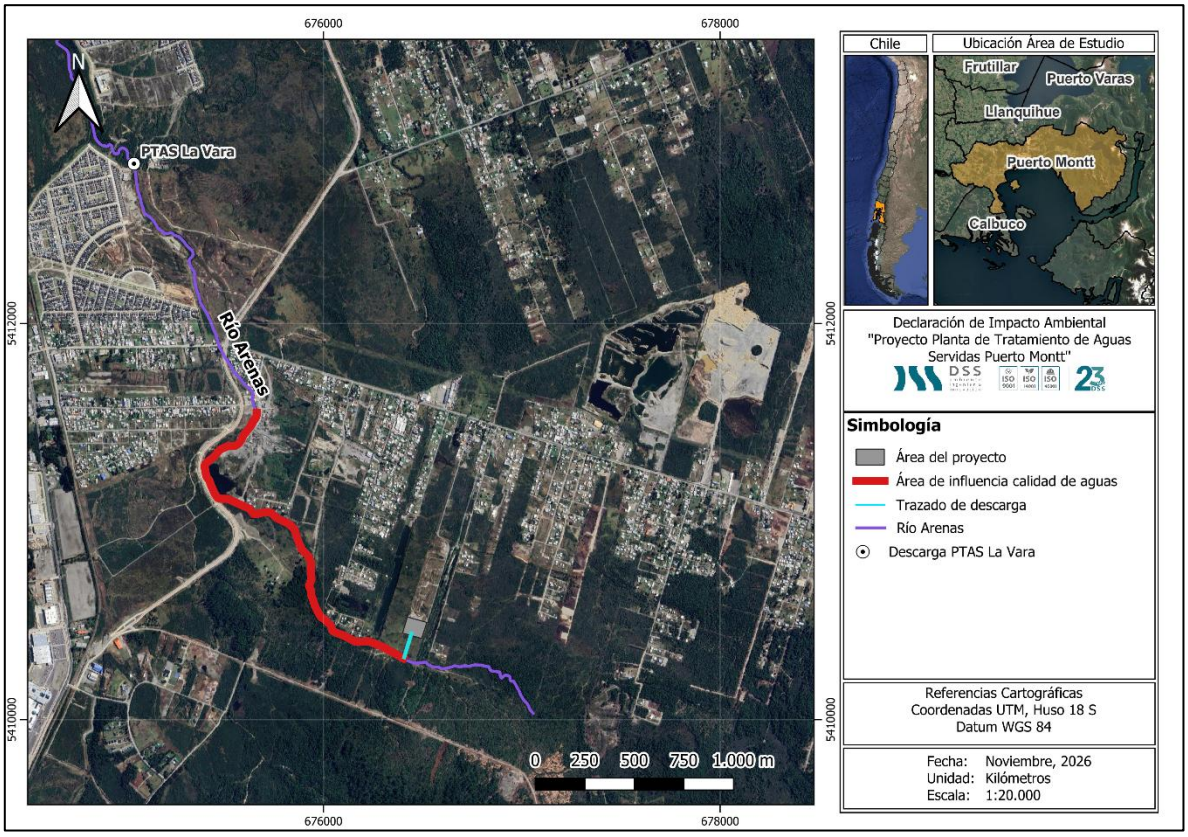



**Figura 39. Relación área de influencia de calidad de aguas y la PTAS La vara.**
Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis

En consecuencia, el análisis acumulativo para el presente Proyecto considera:

- La condición basal efectiva del Río Arenas, determinada mediante mediciones in situ y análisis de laboratorio;
- La ausencia de otras descargas oficiales reconocidas dentro del Área de Influencia y aguas arriba del punto de descarga del Proyecto; y
- La presencia de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro aguas abajo, cuyo punto de descarga se encuentra fuera del Área de Influencia del Proyecto, sin existir superposición de ambas descargas dentro del tramo evaluado.

Asimismo, el análisis mantiene como condición desfavorable el escenario de estiaje y cambio climático, por corresponder al período de menor caudal natural del Río Arenas y, por tanto, de menor capacidad de asimilación del cuerpo receptor.

De esta manera, la evaluación de efectos acumulativos no se sustenta únicamente en el cumplimiento individual del D.S. N°90/2000, sino en la caracterización efectiva del río, la identificación de las fuentes oficialmente reconocidas y la delimitación espacial de los efectos obtenida mediante la Modelación de Cauce Receptor.

Respecto de proyectos o descargas futuras meramente hipotéticas, respecto de las cuales no exista información suficiente sobre ubicación, caudal o características del efluente, no resulta técnicamente posible efectuar una evaluación cuantitativa en el marco del presente Proyecto, por lo que el análisis se circunscribe a las condiciones y fuentes efectivamente identificadas al momento de la evaluación.

**6.15. Sobre Observaciones 257 y 258, el Titular señala expresamente que las emisiones del proyecto son evaluadas de manera independiente. Se solicita explicar como ambas plantas de tratamiento y sus efluentes no generarían efectos sinérgicos, al estar ambas en operación.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se complementan los antecedentes presentados respecto de la eventual generación de efectos acumulativos o sinérgicos asociados a la operación simultánea de otras plantas de tratamiento que descargan al Río Arenas.

Respecto de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro, los antecedentes incorporados en la Adenda Ciudadana señalan que su punto de descarga se localiza aproximadamente 3,5 km aguas abajo del punto de descarga proyectado de la PTAS Puerto Montt.

Por su parte, la Modelación de Cauce Receptor del presente Proyecto delimita el Área de Influencia en función de la extensión espacial de las variaciones atribuibles a la descarga de la PTAS Puerto Montt, considerando el escenario más desfavorable y la distancia requerida para que los parámetros evaluados alcancen condiciones equivalentes a los rangos históricos del Río Arenas. La Adenda actualizó dicha delimitación a partir de nuevos antecedentes hidrológicos, campañas de terreno y modelación en HEC-RAS.

En consecuencia, el punto de descarga de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro se encuentra fuera del Área de Influencia determinada para el presente Proyecto, por lo que no se verifica una superposición espacial entre el tramo del Río Arenas donde se manifiestan los efectos atribuibles a la PTAS Puerto Montt y el punto donde posteriormente se incorpora la descarga de dicha planta.

Por lo anterior, para el presente Proyecto no corresponde considerar ambas descargas como fuentes concurrentes dentro de una misma Área de Influencia, toda vez que la descarga de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro se produce aguas abajo del tramo evaluado para la PTAS Puerto Montt.

Asimismo, de acuerdo con la revisión efectuada, no se reconoce otra descarga oficial de aguas servidas ubicadas aguas arriba del punto de descarga proyectado de la PTAS Puerto Montt y dentro de su Área de Influencia.

Sin perjuicio de ello, la evaluación no ha asumido que el Río Arenas presenta una condición prístina o libre de presiones preexistentes. Para establecer la condición basal del cuerpo receptor se realizaron campañas de terreno en distintos períodos y puntos del cauce, incluyendo mediciones in situ y toma de muestras para análisis de laboratorio, permitiendo caracterizar la calidad efectiva del río previa a la operación del Proyecto y su variabilidad temporal. Los antecedentes de la Ficha Resumen indican la realización de campañas en septiembre de 2023, noviembre de 2023, febrero de 2024, octubre de 2024 y marzo de 2026, con muestras analizadas posteriormente en laboratorio.

De esta manera, cualquier aporte o presión ambiental existente al momento de las campañas, aun cuando no pueda ser atribuido a una fuente oficialmente identificada, se encuentra reflejado en la condición basal medida del Río Arenas y, por tanto, forma parte de la referencia frente a la cual se evalúan las variaciones generadas por la descarga del Proyecto.

En este contexto, el análisis de eventuales efectos acumulativos o sinérgicos considera que:

- No se reconocen otras descargas oficiales aguas arriba y dentro del Área de Influencia del Proyecto;
- La condición basal del Río Arenas fue caracterizada mediante mediciones directas y análisis de laboratorio;

- La descarga de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro se encuentra aguas abajo y fuera del Área de Influencia del presente Proyecto; y
- No se verifica, dentro del tramo evaluado, una superposición espacial entre ambas descargas.

Por consiguiente, no se identifica dentro del Área de Influencia de la PTAS Puerto Montt una condición de superposición de descargas que configure un efecto acumulativo o sinérgico por operación simultánea de ambas plantas.

Sin perjuicio de lo anterior, la evaluación del Proyecto mantiene como escenario desfavorable la condición de estiaje y cambio climático, de manera de verificar el comportamiento de la descarga bajo las menores condiciones de caudal natural del Río Arenas, sin sustentar el descarte únicamente en la capacidad de dilución del cuerpo receptor.

De esta forma, el descarte de efectos acumulativos o sinérgicos se fundamenta conjuntamente en la caracterización efectiva de la condición basal, la delimitación espacial de los efectos obtenida mediante la Modelación de Cauce Receptor, la ausencia de otras descargas oficiales reconocidas dentro del Área de Influencia y la ubicación de la PTAS La Vara de Aguas San Pedro fuera de dicho ámbito espacial.

**Conectividad con el río Maullín y Santuario de la Naturaleza**

**Observación N°60 (Tomo I)**

**Observaciones N°107, 198 (Tomo II)**

**6.16. Se solicita al Titular complementar la evaluación de la conexión entre el cauce receptor, el sistema del río Arenas y el río Maullín, indicando su relación con el Santuario de la Naturaleza Humedal del Río Maullín. Asimismo, deberá evaluar si el efluente del proyecto podría generar algún efecto sobre dicho Santuario, considerando las distintas condiciones de caudal y los posibles cambios asociados al cambio climático.**

**En función de los antecedentes presentados, deberá justificar técnicamente la inexistencia de efectos sobre el objeto de protección del Santuario.**

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado. En ese sentido, se complementa la evaluación de la conectividad hidrológica existente entre el cauce receptor del Proyecto, correspondiente al río Arenas, y el sistema hidrográfico del río Maullín, incorporando específicamente el análisis de su relación con el Santuario de la Naturaleza "Humedales del Río Maullín" y la eventual propagación de efectos asociados a la descarga del efluente tratado de la PTAS.

En primer lugar, se reconoce que existe una conectividad hidrológica entre el río Arenas y la cuenca del río Maullín. De acuerdo a lo presentado, el río Arenas continúa su escurrimiento aguas abajo, conectándose posteriormente con el río Negro y éste, a su vez, con el río Maullín. Por lo tanto, el análisis no se sustenta únicamente en la distancia lineal existente entre el Proyecto y el área protegida, sino que considera expresamente la continuidad del sistema hidrográfico y la posibilidad teórica de transporte aguas abajo de sustancias incorporadas al cauce receptor.

Es importante indicar que el Santuario de la Naturaleza "Humedales del Río Maullín" fue declarado mediante el D.S. N°2/2022 del Ministerio del Medio Ambiente, publicado el 21 de abril de 2022. De acuerdo con su artículo 3°, los objetos de conservación del Santuario corresponden a: ecosistema de bosque pantanoso o hualve; humedales de planicies intermareales; humedales de pajonales de totora; vegetación arbórea ribereña; comunidad de peces nativos; comunidad de aves playeras migratorias; flamenco chileno; nutria de río o huillín; y sitios sagrados para la recolección de lawen.

Por consiguiente, el análisis de eventual afectación se efectúa considerando si la descarga de la PTAS puede producir una modificación hidrológica, fisicoquímica o ecológica susceptible de propagarse desde el río Arenas hasta sectores comprendidos dentro del Santuario y, posteriormente, alterar alguno de dichos objetos de conservación.

La descarga del Proyecto se realizará directamente en el río Arenas y no dentro del río Maullín ni dentro de los límites del Santuario. En consecuencia, cualquier eventual efecto sobre esta área protegida requeriría necesariamente que una modificación producida por el efluente:

1. Se genere inicialmente en el río Arenas;
2. Se mantenga aguas abajo del punto de descarga;
3. Sea transportada a través de la red hidrográfica hacia el río Negro y posteriormente hacia el río Maullín; y
4. Conserve una magnitud suficiente al alcanzar el Santuario como para modificar las condiciones que sustentan alguno de sus objetos de conservación.

Para determinar la extensión espacial de las modificaciones atribuibles a la descarga, el Proyecto efectuó una modelación específica del cauce receptor (Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria) considerando condiciones hidrológicas desfavorables. La evaluación contempló, entre otros escenarios, un caudal de estiaje bajo condición de cambio climático de 0,024 m³/s en el río Arenas, conjuntamente con el caudal máximo horario de descarga de la PTAS de 0,04133 m³/s, escenario en el cual la capacidad de dilución natural del cauce es menor y, por tanto, representa una condición conservadora para evaluar los efectos de la descarga.

Los resultados de la modelación y del balance de masa indican que el efecto máximo identificado para los parámetros evaluados se concentra en el tramo inmediatamente aguas abajo de la descarga. Particularmente, para nitrógeno total se determinó una distancia aproximada de 2.040 m aguas abajo para retornar al rango histórico considerado para el río Arenas.

En concordancia con dicha estimación, la caracterización limnológica fue extendida hasta aproximadamente 2.150 m aguas abajo del punto de descarga (Anexo 4.4 de la Adenda complementaria), incorporando un total de 8 estaciones de control, 1 aguas arriba, 1 en el sector de descarga y 6 aguas abajo, de manera que el levantamiento ambiental abarca la totalidad del tramo donde la modelación identifica cambios atribuibles al Proyecto, tal como se presenta a continuación.




**Figura 40. Estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia del Proyecto, durante las cuatro campañas.**
Fuente: Informe de Limnología; Anexo 4.4 de la Adenda complementaria.

De esta forma, aun reconociendo la continuidad física de la red de drenaje hacia el río Maullín, la conectividad hidrológica no implica por sí misma conectividad de impacto. Conforme a la evaluación realizada, las modificaciones atribuibles al efluente se desarrollan y recuperan dentro del río Arenas, en un tramo espacialmente acotado respecto del punto de descarga, antes de alcanzar los sectores correspondientes al sistema protegido del río Maullín.

Así, se consideraron escenarios diferenciados de caudal, incluyendo condiciones invernales y de estiaje, incorporándose además la reducción proyectada de caudales asociada al cambio climático.

En particular, el escenario de 0,024 m³/s durante estiaje con cambio climático representa la condición evaluada con menor capacidad de dilución del río Arenas. Esta condición resulta más desfavorable para la calidad de agua que los períodos de mayor caudal, debido a que maximiza la participación relativa del efluente y disminuye el aporte de dilución natural. Por consiguiente, los escenarios invernales o de mayor escurrimiento presentan una capacidad de dilución superior y, por tanto, una menor concentración relativa del aporte proveniente de la PTAS.

Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto complementa esta evaluación mediante el Plan de Seguimiento

de las Variables Ambientales del río Arenas, destinado a verificar durante la operación que las condiciones fisicoquímicas y biológicas observadas se mantengan dentro de aquellas consideradas para sustentar la evaluación ambiental. Dicho seguimiento incluye estaciones aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga y considera variables de calidad de agua y del componente limnológico, tal como se presenta a continuación.

**Tabla 49. Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td>Fase del proyecto o actividad</td><td>Fase de operación</td></tr>
<tr><td>Componente ambiental</td><td>Recurso hídrico superficial y componente limnológico, incluyendo calidad de agua, ictiofauna, macroinvertebrados bentónicos y hábitat fluvial.</td></tr>
<tr><td>Impacto ambiental asociado</td><td>No aplica; el seguimiento tiene por objeto verificar durante la operación la mantención de las condiciones de calidad de agua y ecológicas del río Arenas consideradas durante la evaluación ambiental.</td></tr>
<tr><td>Medida asociada</td><td>Monitoreo de la calidad de agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas aguas arriba y aguas abajo de la descarga de la PTAS.</td></tr>
<tr><td>Ubicación puntos de control</td><td>El seguimiento se efectuará en las ocho estaciones de muestreo consideradas en la caracterización limnológica actualizada, manteniendo estaciones aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, cubriendo la totalidad del tramo evaluado.<br>La caracterización actualizada abarca desde 100 m aguas arriba del punto de descarga hasta 2.150 m aguas abajo, mientras que la modelación determinó una extensión de influencia máxima de aproximadamente 2.040 m aguas abajo, correspondiente al nitrógeno total.
<table>
<tr><th>Estación</th><th>Ubicación respecto de la descarga</th></tr>
<tr><td>E-1</td><td>100 m aguas arriba de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-2</td><td>Sector de descarga</td></tr>
<tr><td>E-3</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-4</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-5</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-6</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-7</td><td>Aguas abajo de la descarga</td></tr>
<tr><td>E-8</td><td>Estación más alejada aguas abajo, cubriendo el tramo hasta 2.150 m</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Parámetros para monitorear</td><td>a) Componente limnológico<br>Se realizará el seguimiento de:<ul><li>Ictiofauna: presencia/ausencia, composición, riqueza y abundancia de especies.</li><li>Seguimiento particular de las especies nativas previamente registradas, entre ellas Galaxias maculatus y Trichomycterus areolatus, además del registro de otras especies presentes. Considerando la no presencia en la campaña de limnología del 2026.</li><li>Macroinvertebrados bentónicos: composición, riqueza, abundancia y evaluación de los indicadores biológicos utilizados en la caracterización basal.</li></ul>b) Calidad de agua</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>Se mantendrá el siguiente set de parámetros en todas las campañas, permitiendo comparaciones entre estaciones, temporadas y años:
<table>
<tr><th>Parámetro</th><th>Tipo de medición</th><th>Unidad</th></tr>
<tr><td>pH</td><td>In situ</td><td>unidad de pH</td></tr>
<tr><td>Oxígeno disuelto</td><td>In situ</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Temperatura</td><td>In situ</td><td>°C</td></tr>
<tr><td>Conductividad eléctrica</td><td>In situ</td><td>µS/cm</td></tr>
<tr><td>Caudal</td><td>Terreno</td><td>m³/s</td></tr>
<tr><td>DBO₅</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Sólidos Suspendidos Totales</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Nitrógeno Total</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Fósforo Total</td><td>Laboratorio</td><td>mg/L</td></tr>
<tr><td>Coliformes Fecales</td><td>Laboratorio</td><td>NMP/100 mL</td></tr>
<tr><td>Color</td><td>Laboratorio</td><td>Pt-Co</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Límites permitidos o comprometidos</td><td>Los resultados no se evaluarán únicamente respecto de un valor normativo aislado, sino mediante un análisis integrado del cuerpo receptor, considerando:<br>26. La comparación entre la estación de control aguas arriba y las estaciones ubicadas aguas abajo en una misma campaña.<br>27. La comparación con la información histórica obtenida durante las campañas de línea base y caracterización complementaria.<br>28. Para las variables pertinentes a vida acuática, los valores de referencia de la NCh 1.333 Of.78 Mod. 1987, conforme al criterio utilizado durante la evaluación.<br>29. Para Color, pH y Coliformes Fecales, los valores establecidos en el D.S. N°143/2008, atendidos los usos con contacto directo identificados en el río Arenas.<br>30. Para nitrógeno total y fósforo total, el análisis de su evolución respecto de la condición trófica basal caracterizada en el expediente.<br>Indicadores que acreditan su cumplimiento<br>Se considerarán como medios de verificación del Plan:<br>- Aviso a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos con una anticipación mínima de 7 días hábiles previo a las actividades de terreno que correspondan al PAS 119.<br>- Registros de terreno y cadenas de custodia.<br>- Certificados de calibración de los equipos utilizados.<br>- Informes de laboratorio.<br>- Resultados de calidad de agua por estación.<br>- Registros de ictiofauna y macroinvertebrados.<br>- Fichas de caracterización de hábitat.<br>- Registros fotográficos y georreferenciados.<br>- Análisis comparativo entre estación aguas arriba y estaciones aguas abajo.<br>- Análisis temporal respecto de las campañas de línea base.<br>- Informes de seguimiento remitidos a las autoridades correspondientes.<br>Umbrales de alerta<br>Se considerará una condición de alerta cuando se identifique:<br>- Incumplimiento de alguno de los valores de referencia aplicables a Color, pH o Coliformes Fecales del D.S. N°143/2008 en estaciones aguas abajo, cuando dicha condición no se observe simultáneamente aguas arriba.<br>- Deterioro de las condiciones de calidad para vida acuática respecto de los valores de referencia utilizados durante la evaluación.<br>- Aumento aguas abajo de nitrógeno total, fósforo total, DBO₅, SST o coliformes</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.</th></tr>
<tr><td></td><td>fecales respecto de la estación aguas arriba, cuando el comportamiento se aparte de la variabilidad histórica del río.<br>- Disminución relevante del oxígeno disuelto respecto de la condición aguas arriba y basal.<br>- Cambios relevantes en riqueza, abundancia o composición de ictiofauna o macroinvertebrados respecto de la condición basal que coincidan espacialmente con alteraciones de la calidad de agua.<br>Ante una condición de alerta se realizará una revisión integrada de los resultados del cuerpo receptor y de los registros operacionales y de calidad del efluente de la PTAS, con el objeto de determinar su posible origen y definir, cuando corresponda, acciones de verificación o medidas correctivas.</td></tr>
<tr><td>Duración y frecuencia del plan de seguimiento</td><td>Se realizará un monitoreo por cada subfase de operación (4) durante 1 año desde el inicio de la operación de cada una de ellas. En cada monitoreo, se realizará el muestreo de las 8 estaciones indicadas (E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, E-7 y E-8) que fueron caracterizadas en el estudio de Línea Base. Esto entendiendo que al término de cada subfase de construcción es cuando se encontrará activa la descarga, la que potencialmente pueda generar efectos sobre el Río Arenas pudiendo afectar su comunidad íctica.<br>A continuación, se presenta el cronograma con las actividades definidas para el monitoreo en el Río Arenas.
<table>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 1</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 2</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Preparación de la campaña</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Levantamiento de información en terreno</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis y procesamiento de datos</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Elaboración de informe</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA)</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><th rowspan="2">Actividad</th><th colspan="3">Monitoreo Subfase de operación 3</th></tr>
<tr><th>Mes 1</th><th>Mes 2</th><th>Mes 3</th></tr>
<tr><td>Inicio de operación subfase I</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

**Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

| Actividad | Monitoreo Subfase de operación 4 | | |
|---|---|---|---|
| | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 |
| Inicio de operación subfase I | | | |
| Dar aviso que se ejecutará Pesca de Investigación a SERNAPESCA | | | |
| Preparación de la campaña | | | |
| Levantamiento de información en terreno | | | |
| Análisis y procesamiento de datos | | | |
| Elaboración de informe | | | |
| Remisión de informe a autoridades (SMA y SERNAPESCA) | | | |

Se elaborará un informe por cada campaña, el cual será remitido a la SMA de haber obtenido los resultados del monitoreo y se elaborará en conformidad a lo establecido en la Resolución Exenta N°223, de 26 de marzo de 2015, de la Superintendencia del Medio Ambiente, considerando las siguientes secciones:

- Resumen
- Introducción
- Objetivos
- Materiales y métodos
- Resultados (catastro visual)
- Discusiones
- Referencias
- Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)

Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos en los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la siguiente tabla.

| **Nombre del Punto de Muestreo** | | | **Coordenadas UTM (m) Datum WGS84** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Norte | Este | |
| | | | **Resultado** | | |
| Parámetros | Valor Basal | Unidad de Medida | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) | Fechas (día-mes-año) |
| | | | | | |

El informe además dará cumplimiento a lo establecido por la Resolución Exenta N°894, de 24 de junio de 2019, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua y de forma complementaria a los contenidos mínimos establecidos en la Resolución N°223, de 26 de marzo de 2015,

| Plan de seguimiento de ambiental – Monitoreo Fauna íctica y calidad de aguas. | |
|---|---|
| | de la Superintendencia del Medio Ambiente. |
| **Método o procedimiento de medición** | Para el componente limnológico, los muestreos se efectuarán utilizando metodologías consistentes con las empleadas en la caracterización y con la "Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile", FIPA N°2016-46, en concordancia con los antecedentes técnicos aplicables al PAS 119.<br>Para calidad de agua:<br>- pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se medirán in situ mediante equipo multiparamétrico debidamente calibrado;<br>- el caudal será determinado en terreno mediante metodología apropiada a las características hidráulicas de la estación;<br>- los restantes parámetros serán determinados mediante análisis de laboratorio;<br>- las muestras de laboratorio serán obtenidas, preservadas y transportadas conforme a los procedimientos técnicos correspondientes;<br>- los análisis serán efectuados por una ETFA autorizada, utilizando metodologías normalizadas;<br>- - los límites de detección y cuantificación deberán ser suficientemente bajos para caracterizar adecuadamente la calidad del río y permitir la comparación con las condiciones de línea base y valores de referencia aplicables. |
| **Plazo o frecuencia de informe** | Se elaborará un Informe de Seguimiento por cada campaña, integrando en un mismo documento los resultados de calidad de agua y limnología.<br>Los resultados serán reportados mediante SNIFA a la SMA y, respecto del seguimiento asociado al PAS 119, serán remitidos además a SERNAPESCA de la Región de Los Lagos. |

Fuente: Elaboración propia.

Sobre la base de la cadena causal descrita anteriormente, se analiza a continuación la eventual interacción del Proyecto con los objetos de conservación establecidos en el D.S. N°2/2022:

**Tabla 50. Análisis de la interacción del Proyecto con los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Maullín.**

| Objeto de conservación | Relación potencial con la descarga | Evaluación |
|---|---|---|
| Ecosistema de bosque pantanoso o hualve | Podría verse afectado indirectamente ante modificaciones persistentes del régimen hídrico o calidad del agua. | El Proyecto no interviene físicamente hualves del Santuario ni modifica su régimen hidrológico. Las variaciones de calidad asociadas al efluente se restringen al tramo evaluado del río Arenas. |
| Humedales de planicies intermareales | Eventual exposición requeriría transporte de una modificación de calidad de agua hasta sectores estuarinos del río Maullín. | No se identifica una vía de impacto efectiva, dado que la modificación atribuible al Proyecto se recupera dentro del cauce receptor antes de alcanzar dichos ambientes. |
| Humedales de pajonales de totora | Dependientes de régimen hídrico y calidad de agua. | La descarga no altera los niveles, periodicidad de inundación ni régimen hidrológico de los humedales protegidos. |
| Vegetación arbórea ribereña | Posible sensibilidad frente a cambios persistentes en inundación o calidad del agua. | No existe intervención directa ni modificación del régimen hídrico en sectores del Santuario. |

| Objeto de conservación | Relación potencial con la descarga | Evaluación |
|---|---|---|
| Comunidad de peces nativos | Potencial sensibilidad a cambios en calidad de agua y hábitat acuático. | Los efectos evaluados se concentran en el río Arenas. El seguimiento limnológico permitirá verificar la evolución de calidad de agua, ictiofauna y hábitat en el tramo receptor. |
| Comunidad de aves playeras migratorias | Posible afectación indirecta mediante pérdida o alteración de hábitat y recursos alimenticios. | No se prevé modificación de los humedales, planicies intermareales ni disponibilidad de hábitat dentro del Santuario atribuible a la descarga. |
| Flamenco chileno | Dependiente principalmente de condiciones y recursos de ambientes de humedal. | No se identifican modificaciones del hábitat protegido ni de las condiciones hidrológicas del Santuario. |
| Nutria de río o huillín | Potencial sensibilidad a calidad del agua, disponibilidad de peces y condición ribereña. | No existe intervención directa del hábitat del Santuario ni propagación prevista de modificaciones significativas de calidad de agua hasta dichos sectores. |
| Sitios sagrados para la recolección de lawen | Podrían afectarse ante intervención física o alteración de la vegetación y condiciones ecológicas que sustentan estos sitios. | El Proyecto no contempla obras, intervenciones ni modificaciones hidrológicas dentro de dichos sitios. |

Fuente: Elaboración propia en base al D.S. N°2/2022 del Ministerio del Medio Ambiente y a la Modelación del Cauce Receptor, Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria.

En función de los antecedentes expuestos, se concluye que, si bien existe conectividad hidrológica entre el río Arenas y el sistema del río Maullín, dicha conectividad no determina por sí sola la existencia de un efecto ambiental sobre el Santuario.

Para que se configurara una afectación sobre sus objetos de conservación tendría que verificarse una modificación atribuible al Proyecto que mantuviera su magnitud a lo largo de la red hidrográfica hasta alcanzar el área protegida y que, adicionalmente, fuese capaz de alterar el régimen hídrico, la calidad del agua, el hábitat o las comunidades biológicas que constituyen sus objetos de conservación.

Los antecedentes disponibles permiten descartar dicha cadena de efectos debido a que:

- La descarga se produce en el río Arenas y no directamente en el Santuario;
- No existen partes, obras o acciones del Proyecto emplazadas dentro del área protegida;
- El Proyecto no contempla extracción de agua desde el río Maullín ni modificaciones de su régimen hidrológico;
- La evaluación incorpora escenarios de menor capacidad de dilución, incluyendo estiaje bajo cambio climático;

- Aun en dicha condición desfavorable, la modificación de calidad de agua atribuible al efluente presenta una extensión acotada al río Arenas, siendo aproximadamente 2.040 m la mayor distancia de recuperación estimada entre los parámetros modelados;
- La caracterización ambiental y el seguimiento abarcan hasta aproximadamente 2.150 m aguas abajo, cubriendo el tramo donde se ha identificado influencia del Proyecto; y
- No se identifica, por tanto, una modificación atribuible al Proyecto que alcance el Santuario con magnitud suficiente para alterar los ecosistemas, hábitats o especies que constituyen sus objetos de conservación.

En consecuencia, se descarta que la descarga del efluente tratado de la PTAS genere efectos sobre los objetos de conservación del Santuario de la Naturaleza "Humedales del Río Maullín", toda vez que no se identifica una vía de impacto efectiva que permita proyectar las modificaciones asociadas al Proyecto desde el río Arenas hasta el área protegida, aun considerando condiciones desfavorables de caudal y los escenarios de cambio climático evaluados.

Sin perjuicio de este descarte, el Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales del cuerpo receptor permitirá verificar durante la operación la evolución de las condiciones de calidad de agua y de las comunidades acuáticas en el río Arenas, constituyendo un mecanismo adicional de verificación de los antecedentes utilizados para sustentar la presente conclusión.

**6.17. Sobre Observación 60 (Tomo I), el Titular señala "Sobre el río Maullín, la confluencia se localiza varios kilómetros aguas abajo del punto de descarga, lo que permite una dilución importante del aporte del efluente. La calidad del agua que ingresa al sistema del Maullín está dentro de los rangos compatibles con vida acuática y con la conservación de su ecosistema.", pero no presenta una evaluación cuantitativa del aporte del proyecto en el sistema receptor ni específicamente en el Santuario de la Naturaleza Humedal del río Maullín.**

**El Titular responde principalmente sobre el cumplimiento del D.S. N°90/2000 y modelaciones de calidad de agua, sin descartar los efectos sobre la cuenca del Río Arenas y el Santuario de la Naturaleza Río Maullín. Por lo anterior se solicita complementar.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se complementa la respuesta, precisando cuantitativamente el aporte del Proyecto al sistema receptor y su alcance espacial, de manera de evaluar específicamente si las modificaciones generadas por la descarga de la PTAS pueden propagarse desde el río Arenas hacia el sistema del río Maullín y alcanzar el Santuario de la Naturaleza "Humedales del Río Maullín".

En primer lugar, se aclara que la conclusión de inexistencia de efectos sobre el Santuario no se sustenta únicamente en el cumplimiento del D.S. N°90/2000 ni en la distancia existente entre el Proyecto y el área protegida. El análisis considera la conectividad hidrográfica existente y, particularmente, la magnitud del aporte de la PTAS bajo la condición hidrológica más desfavorable y la extensión espacial de las modificaciones de calidad de agua obtenidas mediante la modelación del cauce receptor.

Para el escenario de estiaje incorporando los efectos proyectados del cambio climático, se considera un caudal del río Arenas de 0,024 m³/s, equivalente a 24 L/s, mientras que el caudal máximo horario de descarga de la PTAS corresponde a 0,04133 m³/s, equivalente a 41,33 L/s para el año 2057.

Por lo tanto, inmediatamente aguas abajo de la descarga y considerando únicamente la suma de ambos caudales, se obtiene:

Q total = 24 L/s + 41,33 L/s = 65,33 L/s

De esta manera, en esta condición conservadora, el efluente de la PTAS podría representar aproximadamente un 63,3% del caudal circulante inmediatamente aguas abajo del punto de descarga, mientras que el aporte natural del río Arenas correspondería aproximadamente al 36,7%.

Se precisa que este porcentaje corresponde exclusivamente a una relación hidráulica de caudales y no implica que el 63,3% de la concentración de los distintos parámetros de calidad de agua sea atribuible al Proyecto, dado que las concentraciones resultantes dependen de la calidad basal del río, de la calidad del efluente, de los procesos de mezcla, transporte y dispersión, y del comportamiento específico de cada parámetro.

Precisamente por esta razón, la evaluación no se limita a la relación entre caudales, sino que incorpora la modelación de calidad de agua desarrollada para el río Arenas (Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria).

Los antecedentes de modelación muestran que, bajo las condiciones evaluadas, las concentraciones de determinados parámetros presentan un incremento inmediatamente aguas abajo de la descarga y posteriormente disminuyen a medida que aumenta la distancia desde ésta.

El parámetro que determina la mayor extensión espacial de influencia corresponde al nitrógeno total, para el cual se estima una distancia aproximada de 2.040 m aguas abajo de la descarga para alcanzar nuevamente el límite máximo del rango histórico considerado para el río Arenas. La propia observación de la Autoridad identifica esta distancia como la mayor extensión proyectada entre los parámetros analizados.

En consistencia con este resultado, la caracterización limnológica actualizada fue extendida hasta

2.150 m aguas abajo, superando la longitud máxima de influencia obtenida en la modelación y permitiendo caracterizar el tramo completo en el cual podrían verificarse modificaciones atribuibles a la descarga.

Por lo tanto, desde una perspectiva cuantitativa, el escenario evaluado puede resumirse de la siguiente manera:

**Tabla 51. Síntesis cuantitativa del aporte de la PTAS al río Arenas en escenario de estiaje con cambio climático.**

| Variable | Resultado |
|---|---|
| Caudal del río Arenas en estiaje con cambio climático | 0,024 m³/s |
| Caudal máximo horario de la PTAS | 0,04133 m³/s |
| Caudal combinado inmediatamente aguas abajo | 0,06533 m³/s |
| Participación hidráulica máxima del efluente inmediatamente aguas abajo | aprox. 63,3% |
| Máxima extensión de influencia identificada por la modelación | aprox. 2.040 m |
| Parámetro que determina dicha extensión | Nitrógeno total |
| Extensión de la caracterización limnológica actualizada | hasta 2.150 m aguas abajo |

Fuente: Elaboración propia en base a la Modelación del Cauce Receptor, Anexo 4.2 de la Adenda Complementaria.

La importancia de estos resultados radica en que el aporte relativo del efluente es máximo en las inmediaciones de la descarga y bajo el escenario crítico de estiaje. Sin embargo, esa condición no se mantiene espacialmente a lo largo de toda la red hidrográfica. La modelación muestra una reducción progresiva de las modificaciones producidas por la descarga, hasta alcanzar nuevamente los rangos históricos considerados para el cuerpo receptor dentro del tramo del río Arenas evaluado.

Se reconoce expresamente que existe continuidad hidrológica entre el punto de descarga y el sistema del río Maullín. Conforme a los antecedentes presentados en la Adenda, el río Arenas recibe, entre otros, el aporte del Estero Chávez, posteriormente desemboca en el río Negro y éste finalmente confluye con el río Maullín.

En consecuencia, desde un punto de vista estrictamente hidrográfico existe una vía de transporte aguas abajo:

PTAS → río Arenas → río Negro → río Maullín → sistema asociado al Santuario de la Naturaleza.

Sin embargo, para efectos de la evaluación ambiental debe distinguirse entre la existencia de conectividad hidrológica y la existencia de una conectividad efectiva del impacto. La primera se encuentra reconocida; la segunda requiere que una modificación atribuible al Proyecto se mantenga con magnitud ambientalmente relevante a lo largo de dicha red hasta alcanzar el objeto protegido.

Los resultados disponibles no muestran ese comportamiento. Por el contrario, la máxima extensión identificada para una modificación atribuible a la descarga corresponde aproximadamente a 2,04 km dentro del río Arenas, mientras que la caracterización ambiental se extiende hasta 2,15 km para

cubrir conservadoramente dicho tramo.

Por lo anterior, no corresponde asumir que la proporción hidráulica calculada inmediatamente aguas abajo de la descarga —63,3% para el escenario crítico— se mantendrá hasta el río Maullín. Dicho porcentaje describe exclusivamente la condición local inicial de mezcla; aguas abajo se incorporan los procesos de dispersión y mezcla en el cauce, así como los aportes provenientes del propio río Arenas, sus tributarios y, posteriormente, del río Negro y del sistema del río Maullín.

Considerando lo anterior, la evaluación del eventual efecto sobre el Santuario se efectúa mediante la siguiente secuencia causal:

1. Existe una descarga al río Arenas, cuya mayor participación relativa ocurre durante el escenario de estiaje con cambio climático.
2. Existe una modificación inicial de determinados parámetros de calidad de agua, reconocida y evaluada mediante el balance de masa y la modelación del cuerpo receptor.
3. Dicha modificación disminuye progresivamente aguas abajo, determinándose como máxima extensión de influencia aproximadamente 2.040 m para nitrógeno total.
4. La caracterización limnológica se extendió hasta 2.150 m, permitiendo cubrir el tramo en que la evaluación identifica influencia de la descarga.
5. Más allá de dicho tramo, los resultados utilizados en la evaluación indican que los parámetros retornan a los rangos históricos considerados para el río Arenas.
6. En consecuencia, si bien existe continuidad física desde el río Arenas hacia el río Negro y posteriormente al río Maullín, no se identifica una modificación atribuible al Proyecto que se proyecte con magnitud ambientalmente relevante hasta el Santuario de la Naturaleza.

Esto permite complementar lo señalado anteriormente respecto de que el aporte sería "marginal". En efecto, la fundamentación no se basa en afirmar genéricamente que el caudal se diluye aguas abajo, sino en que la evaluación cuantitativa identifica una extensión espacial acotada de las modificaciones atribuibles al Proyecto dentro del río Arenas, incluso bajo la condición de menor caudal evaluada.

En consecuencia, no se identifica una vía mediante la cual la descarga normal del Proyecto pueda generar en el Santuario cambios en la calidad del agua, régimen hídrico, hábitat acuático o disponibilidad de recursos capaces de alterar los objetos de conservación asociados a sus humedales, vegetación ribereña, comunidades de peces nativos, avifauna u otras especies protegidas.

Cabe precisar que esta conclusión corresponde al régimen normal y previsible de operación de la

PTAS. Los escenarios extraordinarios asociados a contingencias operacionales y eventual utilización del bypass son abordados separadamente en el Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) y no constituyen la condición ordinaria utilizada para determinar la extensión del área de influencia de la descarga tratada.

Adicionalmente, y atendiendo al carácter dinámico del sistema fluvial y a las incertidumbres asociadas a la variabilidad hidrológica y al cambio climático, el Proyecto contempla un seguimiento de la calidad del agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas, conforme al Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales,

Este seguimiento considera ocho estaciones, distribuidas aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, incluyendo una estación final que cubre el tramo hasta 2.150 m aguas abajo, y contempla parámetros fisicoquímicos y biológicos, entre ellos pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, caudal, $DBO_5$, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales, ictiofauna y macroinvertebrados bentónicos.

De esta forma, se contará con información empírica durante la operación que permitirá verificar que la evolución efectiva del cuerpo receptor se mantiene dentro de las condiciones utilizadas para sustentar el presente descarte.

En síntesis, aun cuando se reconoce la conectividad hidrológica río Arenas–río Negro–río Maullín, los antecedentes cuantitativos de la evaluación muestran que la influencia de la descarga tratada se concentra en un tramo acotado del río Arenas, con una máxima extensión estimada de aproximadamente 2.040 m. Por ello, no se identifica una propagación de las modificaciones atribuibles al Proyecto hasta el Santuario de la Naturaleza "Humedales del Río Maullín", descartándose efectos sobre sus objetos de conservación bajo las condiciones normales y previsibles de operación evaluadas.

**Olores (Emisiones odoríferas)**

**Observaciones N° 2, 3, 4, 5, 9, 10, 15, 20, 25, 27, 29, 31, 36, 37, 39, 40, 42, 44, 50, 51, 54,**

**64, 66, 68, 78, 79, 80, 82, 85, 97 y 99 (Tomo I)**

**Observaciones N° 103, 104, 109, 113, 114, 123, 124, 125, 129, 131, 143, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 166, 172, 180, 184, 195 y 196 (Tomo II).**

**Observaciones N°201, 204, 209, 210, 213, 214, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 226, 229, 230, 231, 232, 236, 238, 249, 255, 271, 272, 278, 279, 286, 289, 294 y 298 (Tomo III).**

**Observaciones N°307, 312, 314, 318, 320, 321, 330, 335, 344, 363, 374, 376, 380, 381, 386, 387, 394 y 400 (Tomo IV).**

**Observaciones N°401, 403, 405, 410, 434, 435, 443. 450, 452, 455, 462 (Tomo V).**

**Observaciones N° 501, 516, 517, 524, 530, 542, 543, 544, 548, 550, 551, 554, 555, 559, 561, 564, 571, 573, 574, 576, 577, 578, 579, 580, 583, 584, 587, 596, 598, 600, 601, 606, 607, 608, 610, 611, 612, 613, 616, 618, 621, 623, 626, 627 y 628 (Tomo VI).**

**6.18. Considerando las observaciones ciudadanas relativas a la eventual generación de emisiones odoríferas y las medidas y compromisos asumidos por el Titular para su control y seguimiento, se solicita precisar y consolidar en el expediente los CAV asociados al componente olor, indicando expresamente su fase de aplicación, medidas comprometidas, lugar y oportunidad de implementación, indicadores de cumplimiento, medios de verificación y mecanismo de seguimiento.**

**Asimismo, deberá asegurar que el mecanismo de recepción y gestión de denuncias por olores comprometido por el Titular se encuentre debidamente incorporado, indicando el procedimiento de atención, plazos de respuesta, registro de denuncias y forma de reporte de sus resultados, de manera que permita verificar efectivamente el cumplimiento de las medidas comprometidas durante la operación del Proyecto.**

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado. Al respecto, se aclara que el Proyecto ya contempla como Compromiso Ambiental Voluntario asociado al componente olor el denominado "Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO)".

El CAV "Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO)" aplica durante la fase de operación, en todas las subfases desde la Subfase 1 hasta la Subfase 4, y tiene por objetivo actualizar y perfeccionar el PGO en cada subfase de operación de la PTAS, asegurando el control de las emisiones odorantes mediante mediciones in situ, actualización de factores de emisión, modelación, aplicación de mejores técnicas disponibles cuando corresponda y mecanismos de mejora continua. A continuación, se presentan el Compromiso Ambiental Voluntario.

**Tabla 52. Compromiso Ambiental Voluntario - Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO)**

| Compromiso Ambiental Voluntario - Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO) | |
|---|---|
| **Impacto asociado** | No aplica; No genera un impacto ambiental significativo |
| **Fase del proyecto a la que aplica** | Operación (todas las subfases, desde la subfase 1 hasta la 4). |
| **Objetivo, descripción y justificación** | **Objetivo:** Actualizar y perfeccionar el Plan de Gestión de Olores en cada subfase de operación de la PTAS, asegurando el control efectivo de las emisiones odorantes mediante acciones estratégicas concretas, el uso de las mejores técnicas disponibles (MTD) y la mejora continua, de modo que no se supere la norma de referencia ni se generen conflictos socioambientales. |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO) | |
|---|---|
| | **Descripción:** El PGO se actualizará al inicio de cada subfase de operación, incorporando los resultados de mediciones in situ realizadas en "escenario desfavorable" (peor escenario), conforme a lo siguiente:<br>• Medición in situ en escenario desfavorable: A los 2 meses de iniciada la operación de cada subfase, se realizará muestreo estático por olfatometría (NCh 3386:2015) en todas las unidades emisoras identificadas, bajo condiciones meteorológicas desfavorables (vientos predominantes hacia receptores sensibles, temperatura elevada, baja velocidad de viento). Las muestras se analizarán por olfatometría dinámica (NCh 3191:2010) para obtener tasas de emisión reales.<br>• Actualización de factores de emisión: Los factores de emisión teóricos (bibliográficos de Netherlands Emission Guidelines for Air) utilizados en la modelación inicial serán reemplazados o validados con los valores medidos in situ. Se realizará una nueva modelación de dispersión con el modelo CALPUFF incorporando los factores de emisión reales para cada subfase operativa.<br>• Verificación normativa: Las concentraciones modeladas con factores de emisión reales se compararán con la norma de referencia de Países Bajos (1,0 uoE/m³ en percentil 98). Si se supera este límite en algún receptor, se activará de forma inmediata el protocolo de medidas correctivas y de MTD detallado en la sección "Medidas Correctivas" del presente CAV.<br>• Gestión del crecimiento urbano: Dado el avance proyectado del radio urbano hasta el año 2050, el PGO incorporará una revisión periódica (cada 5 años o al inicio de cada nueva subfase) de los receptores sensibles, actualizando el catastro de receptores conforme al instrumento de planificación territorial vigente. Se verificará el cumplimiento normativo considerando los nuevos receptores identificados.<br>**Justificación:** Los factores de emisión bibliográficos pueden ser conservadores respecto de las emisiones reales, y en vista de que el horizonte de operación del proyecto (hasta 2050) podría implicar escenarios futuros de expansión urbana no contemplados en la modelación original, resulta indispensable incorporar mediciones in situ en condiciones desfavorables para ajustar los factores de emisión. De esta forma garantizar la protección de los receptores actuales y futuros, y establecer mecanismos de mejora continua que aseguren el cumplimiento normativo durante toda la vida útil del proyecto. |
| **Lugar, forma y oportunidad de implementación** | **Lugar:** El lugar de implementación corresponde a las unidades emisoras de la PTAS Puerto Montt (fuentes identificadas en la Tabla 3.2 y Tabla 3.6 del PGO) y en los receptores sensibles del área de influencia del proyecto.<br>**Forma:**<br>Se realizará conforme al siguiente protocolo de acciones estratégicas:<br>• Etapa 1 – Medición in situ: Muestreo estático por olfatometría (NCh 3386:2015) en todas las unidades emisoras de la subfase en operación, bajo condición de escenario desfavorable. Los resultados se procesarán mediante olfatometría dinámica (NCh 3191:2010).<br>• Etapa 2 – Modelación actualizada: Se modelará con CALPUFF utilizando los factores de emisión reales obtenidos en la Etapa 1, para cada subfase de operación, evaluando concentraciones en receptores sensibles actuales y proyectados. |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO) | |
|---|---|
| | • Etapa 3 – Evaluación de cumplimiento: Se verificará el cumplimiento de la norma de referencia (1,0 uoE/m³, P98) en todos los receptores. En caso de superación, se activará el protocolo de MTD indicado a continuación.<br>• Etapa 4 – Implementación de MTD en caso de superación normativa: Se aplicarán las mejores técnicas disponibles, incluyendo entre otras: (i) instalación o ampliación de sistemas de captación y tratamiento de gases odorantes (biofiltros, filtros de carbón activado, lavadores de gases), priorizando las unidades con mayor tasa de emisión (espesadores de lodos y cámara de distribución); (ii) cubrimiento de unidades emisoras abiertas con mayor aporte odorante; (iii) optimización de parámetros operacionales para minimizar condiciones anaeróbicas en unidades de tratamiento; (iv) reducción de tiempos de retención de lodos en espesadores y contenedores de almacenamiento (ampliroll). Se documentará la justificación técnica de cada MTD implementada.<br>• Etapa 5 – Mejora continua: Con base en los resultados de cada ciclo de monitoreo, se actualizará el PGO incorporando las MTD aplicadas, los nuevos factores de emisión reales y la evaluación de su efectividad. Se generará un informe anual de mejora continua que será remitido a la autoridad.<br>**Oportunidad:** El PGO se actualizará cada vez que inicie la fase de operación en cada subfase (subfases 1, 2, 3 y 4), con la realización de mediciones in situ a los 2 meses de iniciada la operación, y con revisiones anuales posteriores. Adicionalmente, se realizará una revisión extraordinaria ante cualquier denuncia fundada de la comunidad o cuando los sistemas de medición en línea ($NH_3$, $H_2S$, COV) registren valores que superen los umbrales de alerta definidos en el PGO. |
| **Indicador que acredite su cumplimiento** | • Plan de Gestión de Olores actualizado con factores de emisión reales obtenidos mediante medición in situ en escenario desfavorable, disponible en la administración de la PTAS.<br>• Informes de modelación de olores con factores de emisión reales entregados a la autoridad al inicio de cada subfase operativa.<br>• Registro de implementación de MTD en caso de superación normativa, con justificación técnica de las medidas adoptadas.<br>• Informe anual de evaluación de mejora continua, remitido a SEREMI de Salud de Los Lagos, SMA y SISS.<br>Catastro actualizado de receptores sensibles que incorpore nuevas unidades habitacionales dentro del área de influencia, revisado cada 5 años o al inicio de cada subfase. |
| **Forma de control y seguimiento** | Se presentará el Plan de Gestión de Olores actualizado, junto con los informes de modelación con factores de emisión reales y los reportes de implementación de MTD, ante:<br>• SEREMI de Salud de la Región de Los Lagos<br>• Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)<br>• Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)<br>Los informes serán remitidos dentro de los 30 días siguientes a la obtención de los resultados de olfatometría dinámica de cada subfase, y el informe anual de mejora continua se presentará en el mes de enero de cada año de operación. |

Fuente: Elaboración propia

Complementariamente, en la presente Adenda Complementaria se ha perfeccionado el PGO mediante la incorporación de la verificación cuantitativa de la Eficiencia de Reducción de Olor (ERO) del filtro

de carbón activado del Galpón de Deshidratado de Lodos. Para ello se efectuarán mediciones de olor a la entrada y salida del sistema y el resultado será contrastado con la eficiencia de abatimiento de 90% utilizada en la modelación ambiental. En caso de obtenerse una eficiencia inferior a dicho valor, se realizará la revisión operacional del sistema y, según corresponda, regeneración o reemplazo del medio filtrante, mantención o reparación, seguida de una nueva verificación.

Asimismo, el PGO actualizado incorpora las medidas ya comprometidas para prevenir emisiones odorantes durante el almacenamiento, retiro y transporte de lodos, incluyendo utilización de contenedores tipo ampliroll cerrados o cubiertos, retiro semanal mediante gestores autorizados, verificación previa de los sistemas de cierre, confinamiento de la carga durante el transporte, actuación frente a derrames y mantenimiento de registros de retiro y destino.

De igual forma, previo a cada campaña de monitoreo se revisarán las condiciones operacionales de la PTAS con el objeto de detectar nuevas fuentes potenciales de olor. En caso de identificarse una nueva unidad, proceso, punto de transferencia, almacenamiento, conducción o condición operacional con potencial odorante, ésta será incorporada al inventario y al programa de seguimiento del PGO. Dentro de los antecedentes considerados para identificar estas situaciones se encuentran expresamente los reclamos de la comunidad.

Respecto del mecanismo de recepción y gestión de reclamos, se precisa que éste ya se encuentra incorporado en el Plan de Gestión de Olores (Anexo 2.2 de la Adenda Complementaria) presentado durante la evaluación, por lo que la presente respuesta consolida sus características sin establecer nuevos compromisos.

El PGO contempla un canal de comunicación mediante el cual la comunidad podrá contactar a los administradores de la PTAS vía correo electrónico o telefónica, coordinándose a través de dichos medios el levantamiento de los antecedentes correspondientes al evento de malos olores.

Asimismo, se comprometió la instalación de un letrero en el frontis de la PTAS destinado a mantener un canal de comunicación con la comunidad y permitir la recepción de sugerencias y/o posibles reclamos por eventos de olores molestos, incorporando además los antecedentes de contacto de la SEREMI de Salud de la Región de Los Lagos y de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para el registro de los reclamos, el PGO fue actualizado durante la Adenda incorporando el "Registro Tipo B: Reporte de reclamos por malos olores", elaborado sobre la base del Instructivo para la Elaboración de un Plan de Gestión de Olor del Ministerio del Medio Ambiente. Dicho registro considera, entre otros, los siguientes antecedentes:

- Hora y fecha del reclamo;

- Nombre, dirección y teléfono del denunciante;
- Fecha y hora de percepción del olor;
- Ubicación del evento;
- Condiciones climáticas;
- Temperatura;
- Fuerza y dirección del viento;
- Descripción del olor percibido;
- Intensidad;
- Duración;
- Carácter constante o intermitente;
- Antecedentes de reclamos anteriores;
- Condiciones operacionales existentes al momento del evento;
- Medidas adoptadas y resultados; y
- Registro fotográfico de las acciones implementadas.

De esta forma, cada reclamo permite relacionar el evento reportado con las condiciones ambientales y operacionales existentes al momento de su ocurrencia y mantener trazabilidad respecto de las medidas adoptadas.

Ante la ocurrencia de un episodio de olor molesto, las medidas comprometidas dependen de la fuente identificada. En el caso de olores provenientes de los residuos de rejas se contempla la adición de cal y su disposición en contenedores cerrados para posterior retiro a instalación autorizada. En caso de olores asociados a lodos, éstos serán retirados inmediatamente y trasladados a sitios de disposición final autorizados. Cuando la fuente sea distinta de las anteriores, el operador deberá verificar su ubicación y determinar si su origen corresponde a un mal funcionamiento, gestión incorrecta o accidente, aplicando las medidas correctivas establecidas en el PGO para evitar la propagación del olor hacia la comunidad.

Adicionalmente, el expediente establece que, cuando se registre un evento de emisiones de olor molesto, se aplicará el protocolo de comunicación ya comprometido, mediante aviso formal al Departamento Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt. Además, se comunicará sobre el evento de emisiones odorantes a la Superintendencia del Medio Ambiente, a la Junta de Vecinos

del sector, Seremi de Salud de la Región de Los Lagos y Superintendencia de Servicios Sanitarios dentro de las 48 horas desde registrado el evento.

Por otra parte, el CAV previamente comprometido contempla una revisión extraordinaria del PGO ante cualquier denuncia fundada de la comunidad, junto con las verificaciones operacionales y mediciones que correspondan de acuerdo con el propio Plan. Asimismo, la verificación del sistema de abatimiento se encuentra contemplada adicionalmente ante reclamos fundados asociados a olor.

Los resultados de estas verificaciones se incorporarán a los registros del Proyecto y al seguimiento del PGO. A su vez, los resultados de las mediciones, modelaciones, implementación de MTD y mejora continua serán reportados conforme a los mecanismos y periodicidades ya comprometidos: informes asociados a las subfases dentro de los 30 días siguientes a la obtención de los resultados de olfatometría dinámica e informe anual de mejora continua durante enero de cada año de operación.

En consecuencia, mediante la presente respuesta se consolida el CAV "Actualización Plan de Gestión de Olores (PGO)" y el mecanismo de recepción y gestión de reclamos ya comprometidos en el expediente, sin incorporar compromisos adicionales a los presentados durante la evaluación y en la presente Adenda Complementaria, manteniéndose las medidas, oportunidades, indicadores, registros, mecanismos de seguimiento y plazos previamente establecidos durante la evaluación ambiental.

**6.19. Atendiendo a las observaciones de la ciudadanía en relación a la eventual exposición de viviendas a las emisiones odorantes del Proyecto, se solicita al Titular acreditar la suficiencia y representatividad de los 32 receptores considerados en la modelación de olores, verificando que estos incluyan las viviendas existentes y proyectadas potencialmente expuestas, particularmente aquellas ubicadas hacia La Vara y Parque Fundadores. Asimismo, deberá fundamentar técnicamente la delimitación del Área de Influencia odorífera.**

**Respuesta:**

Se acoge la solicitud. Al respecto, se complementa la fundamentación respecto de la suficiencia y representatividad de los receptores considerados en la evaluación de emisiones odorantes y de la delimitación del Área de Influencia asociada a este componente, sobre la base de los antecedentes contenidos en el Informe de Modelación de Odorantes actualizado, presentado en el Anexo 4.6.1 de la Adenda.

La evaluación considera 32 receptores discretos distribuidos en el entorno de la PTAS, seleccionados

con el objeto de representar los sectores potencialmente expuestos a las emisiones odorantes del Proyecto. Estos puntos no corresponden exclusivamente a viviendas actualmente habitadas, sino que incorporan también sectores que, atendiendo a sus características territoriales y uso de suelo, permiten representar condiciones de ocupación residencial actual y potencial.

En efecto, la mayor parte de los receptores corresponden a unidades habitacionales existentes, mientras que los receptores R28, R29 y R32 corresponden a terrenos actualmente eriazos localizados fuera del límite urbano, y los receptores R30 y R31 corresponden a terrenos actualmente eriazos cuyo uso de suelo fue identificado como residencial mixto de acuerdo con el instrumento de planificación territorial considerado en el expediente. De esta manera, la selección de receptores no se limita exclusivamente a viviendas consolidadas, sino que incorpora puntos de evaluación en sectores susceptibles de presentar ocupación residencial.

En particular, los antecedentes correspondientes a los receptores ubicados hacia el sector donde se proyecta principalmente la pluma de dispersión son los siguientes:

**Tabla 53. Receptores ubicados en la dirección principal de dispersión y concentración de olor modelada (P98).**

| Receptor | Descripción considerada en la evaluación | Concentración modelada P98 |
|---|---|---|
| R27 | Unidad habitacional | 0,95 ouE/m³ |
| R28 | Terreno fuera del límite urbano; actualmente sitio eriazo | 0,66 ouE/m³ |
| R29 | Terreno fuera del límite urbano; actualmente sitio eriazo | 0,75 ouE/m³ |
| R30 | Uso de suelo residencial mixto; actualmente sitio eriazo | 0,19 ouE/m³ |
| R31 | Uso de suelo residencial mixto; actualmente sitio eriazo | 0,17 ouE/m³ |
| R32 | Terreno fuera del límite urbano; actualmente sitio eriazo | 0,58 ouE/m³ |

Fuente: Informe de Modelación de Odorantes, Anexo 4.6.1 de la Adenda y Ficha Resumen actualizada.

Respecto de los sectores de La Vara y Parque Fundadores mencionados en la observación, se precisa que el expediente identifica los receptores discretos mediante sus coordenadas, distancia respecto del Proyecto y características de uso actual o potencial del suelo, sin establecer una equivalencia nominal entre receptores específicos y dichos sectores. Por esta razón, la representatividad se fundamenta en la distribución espacial de los puntos respecto de la PTAS, la ubicación de viviendas existentes y terrenos con potencial residencial y su relación con la pluma de dispersión modelada, sin atribuir a un receptor una denominación territorial que no haya sido expresamente establecida en los antecedentes de la evaluación.

Lo anterior resulta especialmente relevante considerando que la modelación actualizada muestra que la pluma de dispersión presenta su principal proyección hacia el sur del Proyecto. En consecuencia, la incorporación de receptores en dicha dirección, incluyendo tanto unidades habitacionales como terrenos actualmente eriazos, permite evaluar las concentraciones en el sector hacia el cual se produce la mayor extensión de las emisiones odorantes modeladas.

Cabe señalar, además, que la modelación fue efectuada considerando la condición operacional más desfavorable del Proyecto, correspondiente al funcionamiento conjunto de las Subfases 1, 2, 3 y 4, escenario que incorpora la totalidad de las fuentes de emisión odorante proyectadas y representa la máxima carga operacional prevista durante la vida útil de la PTAS.

Los 32 receptores fueron evaluados a una altura de 1,6 m respecto del nivel del suelo, representativa de la percepción de una persona, y los resultados obtenidos fueron contrastados con el valor de referencia utilizado durante la evaluación ambiental, correspondiente a 1,0 ouE/m³ en percentil 98.

De acuerdo con la modelación actualizada, todos los receptores presentan concentraciones inferiores a dicho valor, siendo R27 el receptor con la mayor concentración modelada, correspondiente a 0,95 ouE/m³, seguido por R29 con 0,75 ouE/m³, R28 con 0,66 ouE/m³ y R32 con 0,58 ouE/m³. Por lo tanto, incluso los receptores ubicados en el sector de mayor exposición relativa presentan concentraciones inferiores al valor de referencia considerado durante la evaluación.

Complementariamente, el análisis de isofrecuencias incorporado en el Anexo 4.6.1 de la Adenda permite evaluar no sólo la magnitud de las concentraciones, sino también la frecuencia con que se supera el umbral de percepción de 1 ouE/m³. Los resultados muestran que las mayores frecuencias se concentran al interior del predio y disminuyen progresivamente hacia el exterior. Para R27, correspondiente al receptor que presenta la mayor concentración modelada, se obtuvo una frecuencia de superación de 1 ouE/m³ equivalente al 1,76% del tiempo, mientras que para R28, R29 y R32 se obtuvieron valores de 0,83%, 0,98% y 0,60%, respectivamente.

Respecto de la delimitación del Área de Influencia odorífera, se aclara que ésta no corresponde a un radio arbitrario establecido alrededor de la PTAS, sino que deriva directamente de los resultados de la modelación de dispersión atmosférica. Conforme a lo establecido en el Anexo 4.6.1 de la Adenda, el Área de Influencia fue definida como el espacio comprendido dentro de la isodora de 1,0 ouE/m³, utilizada como referencia para determinar espacialmente el alcance de las emisiones odorantes del Proyecto.

La aplicación de este criterio determina un Área de Influencia de aproximadamente 10,7 hectáreas, cuya geometría responde a las características de las fuentes, tasas de emisión y condiciones meteorológicas y de dispersión incorporadas en la modelación. Dicha área presenta una mayor extensión hacia el sur del Proyecto, alcanzando aproximadamente 355 m en dicha dirección, mientras que su proyección hacia las restantes direcciones es menor.

Los antecedentes actualizados indican además que ninguno de los 32 receptores discretos se encuentra contenido dentro del Área de Influencia definida por la isodora de 1,0 ouE/m³, manteniéndose las mayores concentraciones en sectores asociados al emplazamiento de la PTAS. No

obstante, los receptores fueron igualmente incorporados a la modelación para verificar cuantitativamente las concentraciones de olor en viviendas existentes y sectores con potencial ocupación residencial localizados en el entorno del Proyecto.

Finalmente, respecto de la eventual incorporación futura de nuevas viviendas, se precisa que esta materia ya se encuentra abordada mediante el CAV "Actualización Plan de Gestión de Olores" presentado durante la evaluación. Dicho compromiso contempla la revisión del catastro de receptores sensibles cada 5 años o al inicio de cada nueva subfase, incorporando las nuevas unidades habitacionales que correspondan y verificando las condiciones de exposición mediante los antecedentes actualizados de la modelación. Asimismo, el CAV contempla que, a los 2 meses de iniciada la operación de cada subfase, se efectúen mediciones in situ para obtener factores de emisión reales y se realice una nueva modelación considerando los receptores sensibles actuales y proyectados.

En consecuencia, sobre la base de los antecedentes contenidos en el expediente, los 32 receptores se consideran suficientes y representativos para la condición actualmente evaluada, puesto que comprenden unidades habitacionales existentes y sectores con potencial residencial distribuidos en torno a la PTAS y, especialmente, en la dirección principal de dispersión de la pluma. Por su parte, la eventual aparición de nuevos receptores durante la vida útil del Proyecto se encuentra abordada mediante el mecanismo de actualización ya comprometido en el CAV del PGO. Asimismo, el Área de Influencia odorífera se encuentra técnicamente sustentada en los resultados de la modelación, correspondiendo al espacio contenido dentro de la isodora de 1,0 ouE/m³, con una superficie aproximada de 10,7 ha y una extensión máxima del orden de 355 m hacia el sur del Proyecto, tal como se presenta a continuación.

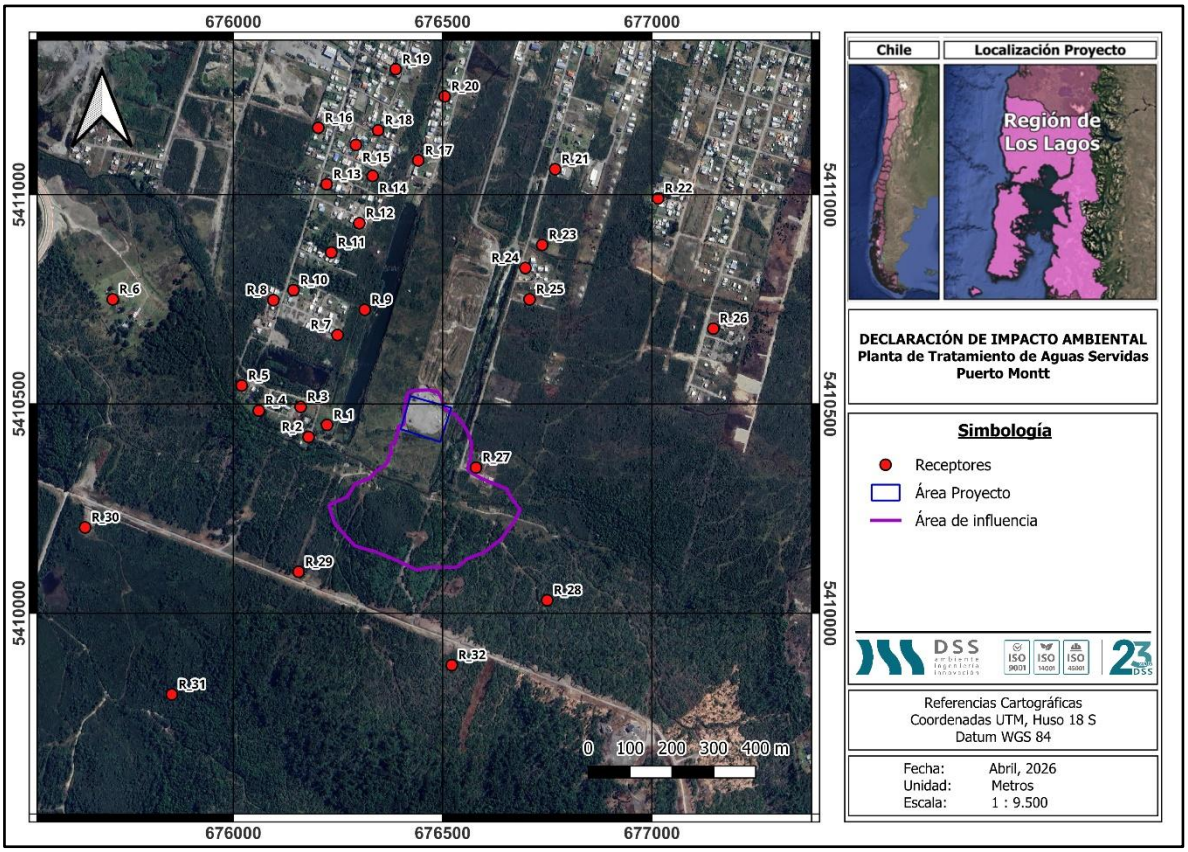



**Figura 41. Área de influencia del proyecto**
Fuente: Informe de Modelación de Odorantes; Anexo 4.6 de la Adenda

**6.20. Sobre Observación 39, el Titular responde de manera parcial, ya que describe de manera general la metodología y resultados de la modelación de olores, pero no aborda específicamente lo consultado: la desagregación mensual del comportamiento del viento entre la planta y el sector La Vara, señalando que el análisis se realizó sobre un periodo anual completo; y el análisis de presiones atmosféricas estacionales y fenómenos que puedan favorecer la acumulación o desplazamiento de olores hacia zonas habitadas.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se complementa lo señalado previamente respecto de las condiciones meteorológicas consideradas en la evaluación de las emisiones odorantes del Proyecto, precisando que la modelación presentada en el Anexo 4.6.1 de la Adenda fue desarrollada utilizando información meteorológica procesada mediante el modelo WRF y posteriormente incorporada al sistema de modelación de dispersión utilizado para la evaluación de olores. La representatividad de la información meteorológica utilizada fue analizada mediante su comparación con antecedentes observados en las estaciones de monitoreo Mirasol y Alerce, ubicadas aproximadamente a 6,7 km y 5,2 km del Proyecto, respectivamente.

Se reconoce que la respuesta presentada anteriormente abordó principalmente el comportamiento meteorológico y los resultados de dispersión sobre una base anual, sin desarrollar de manera explícita la variación mensual solicitada por la ciudadanía. En este sentido, para efectos de complementar la evaluación, se aclara que el análisis de la posible exposición del sector La Vara debe considerar no solamente la dirección predominante anual del viento, sino también su variabilidad temporal, particularmente aquellos períodos en que la dirección del viento puede favorecer el transporte desde las fuentes de la PTAS hacia los sectores habitados ubicados en el entorno del Proyecto.

Sin perjuicio de lo anterior, los resultados de la modelación de dispersión, que consideran las variaciones meteorológicas ocurridas durante el período anual modelado, permiten observar espacialmente el efecto combinado de dichas condiciones.

**Tabla 54. Características de la pluma de dispersión**

| Situación de la planta | Superficie del área de máxima emisión (ha) | Superficie del área de influencia (ha) | Desplazamiento (m) | | Receptores en el área de influencia del proyecto |
|---|---|---|---|---|---|
| Situación proyectada | 0,026 | 10,7 | **Norte** | 73,3 | 0 |
| | | | **Sur** | 355,0 | |
| | | | **Este** | 82,0 | |
| | | | **Oeste** | 46,0 | |

Fuente: Informe de Modelación de Odorantes; Anexo 4.6 de la Adenda

En efecto, la pluma de dispersión resultante presenta una mayor extensión hacia el sector sur del Proyecto, alcanzando aproximadamente 355 m en dicha dirección, condición que fue considerada para la delimitación del Área de Influencia odorífera y para la evaluación de los receptores ubicados en dicho sector. Conforme a la modelación actualizada, el Área de Influencia definida mediante la isodora de 1,0 ouE/m³ alcanza aproximadamente 10,7 ha y ninguno de los receptores discretos evaluados se encuentra dentro de ésta.

Asimismo, el análisis de isofrecuencias incorporado en el Anexo 4.6.1 de la Adenda permite evaluar la recurrencia temporal de condiciones que producen concentraciones superiores al umbral de percepción de 1 ouE/m³. Los resultados muestran que las mayores frecuencias de percepción se concentran al interior del predio de la PTAS y disminuyen progresivamente hacia el exterior, alcanzando valores inferiores al 1% en sectores próximos a los límites del Área de Influencia. Entre los receptores evaluados, R27 presenta la mayor frecuencia de superación de 1 ouE/m³, correspondiente al 1,76% del tiempo, seguido por R29 con 0,98%, R28 con 0,83% y R32 con 0,60%. Estos antecedentes permiten incorporar la variabilidad temporal de las condiciones de dispersión y verificar que los episodios potencialmente perceptibles en los receptores evaluados presentan una frecuencia acotada.

Respecto de las condiciones que pueden favorecer la acumulación de olor, se precisa que la evaluación reconoce como condiciones meteorológicas desfavorables aquellas asociadas a bajas velocidades de viento, temperaturas elevadas y direcciones de viento orientadas hacia receptores sensibles. Estas condiciones fueron expresamente incorporadas en el CAV de actualización del Plan de Gestión de Olores, el cual establece que las mediciones in situ durante la operación serán efectuadas considerando un "escenario desfavorable", definido precisamente por la concurrencia de dichas condiciones meteorológicas. Lo anterior corresponde a un compromiso ya establecido durante la evaluación y no constituye una nueva medida.

En relación con las presiones atmosféricas y otros fenómenos capaces de reducir la dispersión vertical, se aclara que variables tales como la estabilidad atmosférica forman parte de las condiciones meteorológicas que determinan el comportamiento de la dispersión y, por consiguiente, se encuentran reflejadas en los resultados integrados de la modelación. Sin embargo, se reconoce que en la respuesta anterior no se presentó un análisis independiente o desagregado de presión atmosférica por estación del año, razón por la cual no corresponde atribuir valores específicos de presión o frecuencias de inversión térmica que no hayan sido determinados expresamente en los antecedentes meteorológicos presentados.

No obstante, los resultados de la modelación permiten evaluar el efecto conjunto de las condiciones

meteorológicas desfavorables sobre el transporte de las emisiones. La distribución espacial de la pluma, las isodoras y las isofrecuencias muestran que, incluso considerando la variabilidad meteorológica del período modelado y la operación continua de las fuentes en el escenario más desfavorable del Proyecto, las mayores concentraciones permanecen asociadas al emplazamiento de la PTAS y disminuyen hacia los sectores residenciales.

Adicionalmente, el análisis de cambio climático incorporado al expediente (Anexo 4.10.1 de la Adenda) evaluó la evolución futura de la velocidad del viento en la comuna de Puerto Montt, estimándose una disminución de aproximadamente 2,78% durante invierno y 2,00% durante verano. Considerando la magnitud de dichas variaciones, el análisis presentado concluye que no se proyectan cambios significativos en las condiciones de dispersión atribuibles exclusivamente a esta variable.

Por otra parte, la evaluación no se sustenta únicamente en la modelación previa a la operación. El CAV "Actualización Plan de Gestión de Olores" ya comprometido contempla mediciones in situ aproximadamente a los 2 meses de iniciada la operación de cada subfase, bajo condiciones meteorológicas desfavorables, incluyendo vientos predominantes hacia receptores sensibles, temperatura elevada y baja velocidad del viento. Los factores de emisión obtenidos serán utilizados para actualizar la modelación de dispersión y verificar las concentraciones en los receptores sensibles actuales y proyectados.

En consecuencia, se complementa lo señalado anteriormente precisando que la evaluación de las emisiones odorantes considera la variabilidad meteorológica durante el período anual modelado, cuya expresión sobre el transporte y dispersión se encuentra representada en la pluma de dispersión, las isodoras y las isofrecuencias obtenidas, tal como se presenta a continuación.

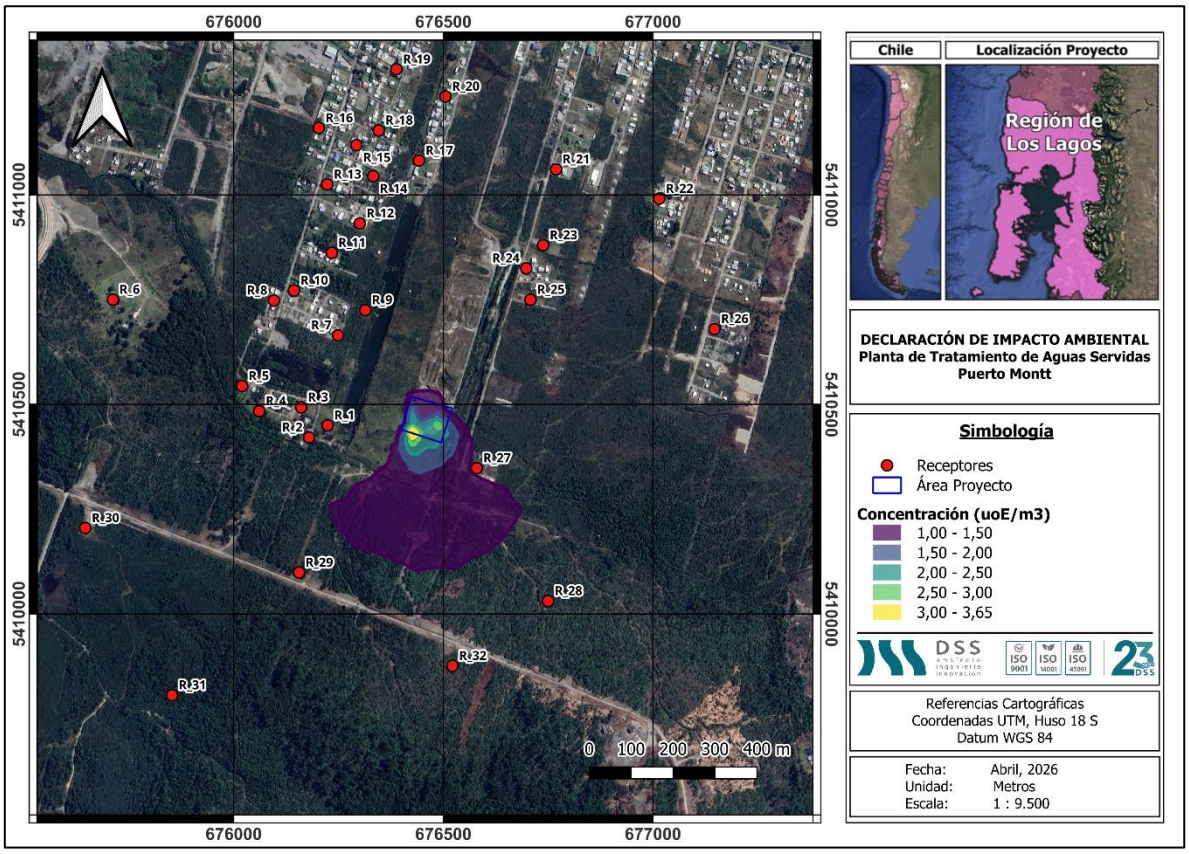



**Figura 42. Pluma de dispersión de odorantes e isodoras**
Fuente: Informe de Modelación de Odorantes; Anexo 4.6 de la Adenda

Los antecedentes muestran una mayor proyección de la pluma hacia el sur, pero con una disminución progresiva de las concentraciones y frecuencias de percepción hacia los receptores. Asimismo, las condiciones meteorológicas identificadas como más desfavorables para la dispersión (baja velocidad del viento, dirección hacia receptores sensibles y temperaturas elevadas) se encuentran expresamente contempladas en el seguimiento ya comprometido para la fase de operación. En cuanto a valores específicos de presión atmosférica estacional o frecuencia de episodios de inversión térmica, éstos no fueron presentados de manera independiente en los antecedentes previos, por lo que no se incorporan valores que no cuenten con respaldo en el expediente.

**6.21. Sobre Observaciones 426 y 462 (Tomo V), el Titular no responde suficientemente la solicitud de ampliar los receptores y el área de influencia de olores, ni justifica el por qué los 32 receptores utilizados son suficientes. Tampoco acoge el monitoreo participativo solicitado.**

**Respuesta:**

Se acoge parcialmente la observación. Al respecto, se complementan los antecedentes relativos a la suficiencia de los receptores considerados y a la delimitación del Área de Influencia del componente olor, manteniéndose los mecanismos de seguimiento, control y comunicación con la comunidad previamente establecidos en el expediente.

En cuanto a los receptores, se aclara que la modelación actualizada considera 32 receptores discretos distribuidos en el entorno de la PTAS, cuya selección no se restringe exclusivamente a viviendas actualmente habitadas. La evaluación incorpora principalmente unidades habitacionales existentes y, adicionalmente, puntos asociados a terrenos actualmente eriazos y sectores con uso de suelo residencial potencial, permitiendo representar tanto la condición actual como sectores susceptibles de presentar ocupación futura, tal como se presenta a continuación.

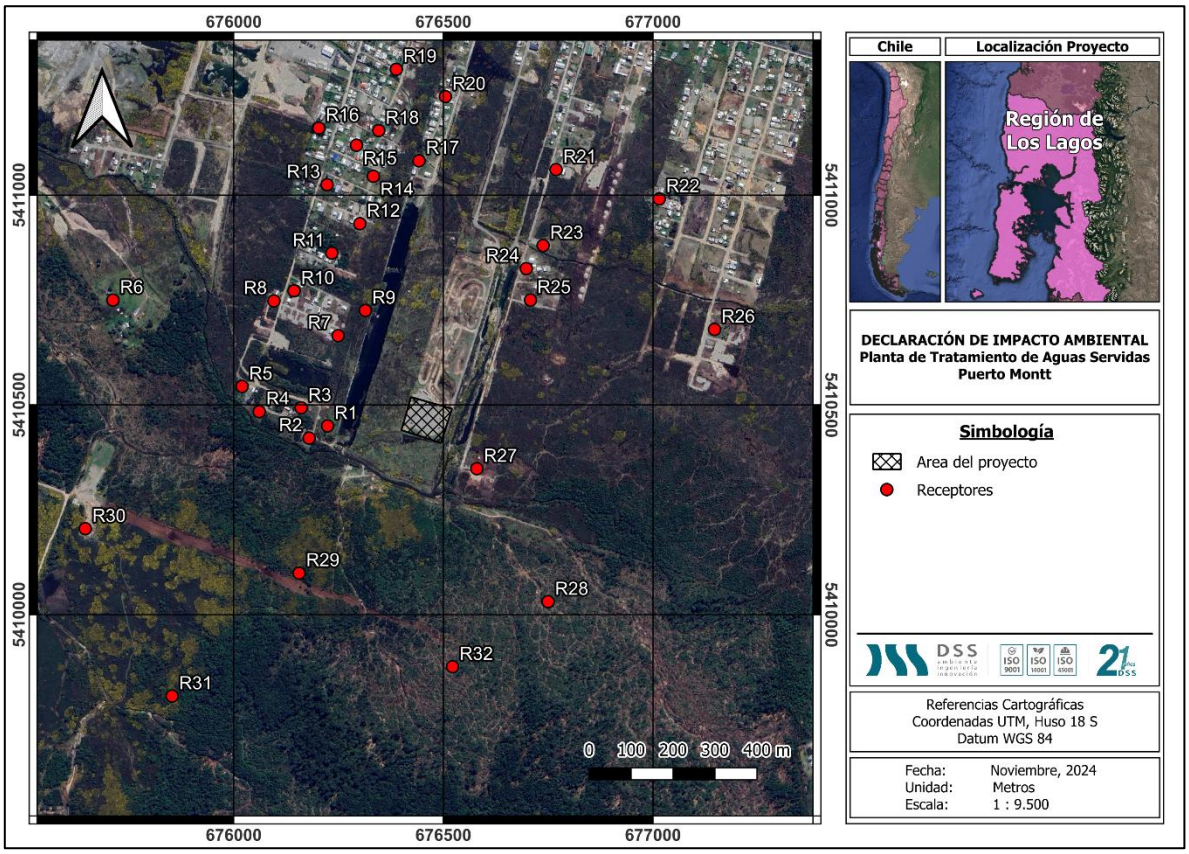



**Figura 43. Ubicación de los receptores discretos cercanos al proyecto**
Fuente: Informe de Modelación de Odorantes; Anexo 4.6 de la Adenda

En particular, los receptores R28, R29 y R32 corresponden a terrenos ubicados fuera del límite urbano que actualmente se encuentran eriazos, mientras que R30 y R31 corresponden a terrenos actualmente eriazos identificados con uso de suelo residencial mixto. Por lo anterior, el conjunto de receptores considerado permite evaluar no sólo las viviendas existentes próximas al Proyecto, sino también sectores potencialmente habitables.

Asimismo, la distribución espacial de los receptores considera el comportamiento de la pluma de dispersión obtenida mediante la modelación. Los resultados muestran que ésta presenta su mayor proyección hacia el sur del Proyecto, razón por la cual se incorporaron receptores en dicha dirección, incluyendo unidades habitacionales y terrenos sin edificación residencial actual. Respecto de los sectores de La Vara y Parque Fundadores, se precisa que los antecedentes del expediente individualizan los receptores mediante coordenadas, distancia al Proyecto y condición de uso de suelo, sin establecer una correspondencia nominal entre receptores determinados y dichos sectores. En consecuencia, su representatividad se fundamenta en su posición espacial respecto de la PTAS y de la pluma modelada.

La modelación fue efectuada considerando la condición operacional más desfavorable del Proyecto, correspondiente al funcionamiento conjunto de las cuatro subfases, incorporando la totalidad de las fuentes de emisión odorante previstas. Los resultados muestran que los 32 receptores presentan concentraciones inferiores al valor de referencia de 1,0 ouE/m³ en percentil 98, siendo el receptor R27 el que presenta la mayor concentración, con 0,95 ouE/m³, seguido por R29 con 0,75 ouE/m³, R28 con 0,66 ouE/m³ y R32 con 0,58 ouE/m³.

Complementariamente, el análisis de isofrecuencias muestra que las mayores frecuencias de percepción se concentran al interior del predio y disminuyen progresivamente hacia el exterior. El receptor R27 presenta la mayor frecuencia de superación de 1 ouE/m³, correspondiente a 1,76% del tiempo, mientras que R28, R29 y R32 presentan valores de 0,83%, 0,98% y 0,60%, respectivamente.

Respecto de la solicitud de ampliar el Área de Influencia, se aclara que ésta no fue delimitada a partir de la ubicación de los receptores ni mediante una distancia arbitraria respecto de la PTAS, sino directamente a partir de la modelación de dispersión de emisiones odorantes. El Área de Influencia corresponde al espacio contenido dentro de la isodora de 1,0 ouE/m³, obtenida considerando las características de las fuentes emisoras, las tasas de emisión y las condiciones meteorológicas incorporadas al modelo.

Conforme a la modelación actualizada presentada en el Anexo 4.6.1 de la Adenda, dicha área alcanza aproximadamente 10,7 ha, presentando una mayor extensión hacia el sur, del orden de 355 m desde el Proyecto. Los resultados muestran que ninguno de los 32 receptores discretos se encuentra contenido dentro de dicha Área de Influencia. Por consiguiente, no se considera técnicamente procedente ampliar su delimitación más allá de la isodora utilizada como criterio para establecer el alcance espacial de las emisiones odorantes, toda vez que ello incorporaría sectores en los cuales la modelación no identifica concentraciones iguales o superiores al valor utilizado para definir dicha área.

Sin perjuicio de lo anterior, la representatividad futura de los receptores ya se encuentra abordada mediante el CAV "Actualización Plan de Gestión de Olores", previamente comprometido en el expediente. Este considera la revisión del catastro de receptores sensibles cada 5 años o al inicio de cada nueva subfase, incorporando las nuevas unidades habitacionales que correspondan conforme al desarrollo territorial y al instrumento de planificación vigente. Asimismo, contempla la realización de mediciones in situ aproximadamente a los 2 meses de iniciada la operación de cada subfase y la actualización de la modelación mediante factores de emisión reales, evaluando receptores sensibles actuales y proyectados.

De esta manera, la evaluación no queda limitada permanentemente a la configuración territorial

existente al momento de ingreso de la DIA, sino que el mecanismo previamente comprometido permite incorporar nuevos receptores que pudieran materializarse durante la vida útil del Proyecto y verificar sus correspondientes condiciones de exposición.

Respecto del monitoreo participativo solicitado, se aclara que el Proyecto no contempla un programa de monitoreo participativo, conforme fue expresamente señalado en los antecedentes presentados en la DIA. En consecuencia, mediante la presente Adenda Complementaria no se incorpora dicho mecanismo como un nuevo compromiso del Titular.

Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto sí cuenta con mecanismos previamente comprometidos de seguimiento de las emisiones odorantes y de comunicación con la comunidad. El PGO (Anexo 2.2 de la Adenda Complementaria) contempla monitoreos mediante olfatometría, actualización de las modelaciones durante la operación, revisión extraordinaria frente a denuncias fundadas, registro de reclamos de la comunidad y un mecanismo de comunicación frente a episodios de olores molestos.

Asimismo, se contempla un canal de comunicación mediante correo electrónico y vía telefónica, además de un letrero en el frontis de la PTAS destinado a recibir sugerencias y posibles reclamos asociados a olores. Frente a un evento de olor molesto se encuentra comprometida la comunicación formal al Departamento Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Puerto Montt. Además, se comunicará sobre el evento de emisiones odorantes a la Superintendencia del Medio Ambiente, a la Junta de Vecinos del sector, Seremi de Salud de la Región de Los Lagos y Superintendencia de Servicios Sanitarios dentro de las 48 horas desde registrado el evento.

Por lo tanto, si bien dichos mecanismos permiten incorporar antecedentes provenientes de la comunidad al seguimiento operacional del componente olor —por ejemplo, mediante los registros de reclamos y la activación de verificaciones extraordinarias cuando corresponda—, éstos no se presentan ni se califican como un monitoreo participativo en los términos señalados en la DIA, manteniéndose en esta materia lo previamente establecido por el Titular.

En consecuencia, se considera que los 32 receptores son suficientes y representativos para la condición actualmente evaluada, al comprender viviendas existentes y sectores con potencial residencial distribuidos alrededor del Proyecto y en la dirección predominante de extensión de la pluma. Del mismo modo, se mantiene la delimitación del Área de Influencia obtenida técnicamente mediante la isodora de 1,0 ouE/m³, equivalente a aproximadamente 10,7 ha, mientras que la eventual aparición de nuevos receptores durante la operación será abordada a través de los mecanismos de actualización previamente comprometidos en el PGO. Respecto del monitoreo participativo, se mantiene lo indicado en el expediente, no contemplándose su incorporación como parte del seguimiento del Proyecto.

**Emisiones de Ruido**

**Observaciones N° 10, 19, 28, 36, 39, 48, 49, 50, 51, 68, 75, 86 y 94 (ruido en fauna), (Tomo I).**

**Observaciones N° 119, 120, 124, 132, 144, 150, 151, 166, 169, 170, 171, 174, 184 y 200 (Tomo II).**

**Observaciones N° 201, 207, 209, 236, 249, 265, 280 y 298 (Tomo III).**

**Observaciones N°311, 314, 318, 330, 343, 346, 363, 374, 380, 381 y 383, (Tomo IV).**

**Observaciones N°401, 403, 434, 443, 455 (Tomo V).**

**Observaciones N°502, 543, 563, 564, 590, 599, 612 y 620 (Tomo VI).**

**6.22. Considerando las observaciones ciudadanas relativas a la generación de ruido durante la operación del Proyecto, particularmente por el funcionamiento continuo de equipos, y las medidas de control acústico comprometidas por el Titular, se solicita precisar y consolidar los CAV asociados al componente ruido, indicando su fase de aplicación, medidas comprometidas, equipos y fuentes a las que aplican, lugar y oportunidad de implementación, indicadores de cumplimiento y medios de verificación.**

**Asimismo, deberá establecer la forma en que se verificará durante la operación la implementación y mantención de las medidas de control acústico comprometidas, particularmente respecto de los equipos que operarán de manera continua, de modo de permitir acreditar su cumplimiento.**

**(Se solicita utilizar tabla formato respectiva)**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se precisa y consolida el compromiso asociado al componente ruido, correspondiente al Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV), el cual contempla el monitoreo de ruido en el receptor R1, un registro de quejas y reclamos de la comunidad, indicadores de cumplimiento y un mecanismo de revisión de sus resultados.

En primer término, se aclara que el cumplimiento del D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente no se encuentra condicionado a la implementación de barreras acústicas, toda vez que la evaluación presentada en el Informe de Ruido y Vibraciones (Anexo 4.1 de la Adenda) verifica el cumplimiento normativo en todos los receptores, tanto para la fase de construcción como para la operación conjunta de las cuatro subfases en período nocturno.

No obstante, considerando que para el receptor R1 se proyecta un nivel de 54 dB(A) frente a un límite de 55 dB(A), es decir, con un margen inferior a la incertidumbre de ±3 dB(A) asociada al método de cálculo ISO 9613, el Proyecto incorpora el PGRV como mecanismo de verificación del

cumplimiento durante la construcción y el primer año de operación, incluyendo el funcionamiento continuo de los equipos de la PTAS. Su contenido se consolida a continuación en el formato solicitado:

**Tabla 55. Compromiso Ambiental Voluntario - Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV).**

| Compromiso Ambiental Voluntario - Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV) | |
|---|---|
| Impacto asociado | Ruido y vibraciones |
| Fase del proyecto a la que aplica | Construcción y operación |
| Objetivo, descripción y justificación | Objetivo: Verificar en terreno que las emisiones de ruido generadas por el Proyecto se mantengan bajo los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N°38/2011 del MMA y que los niveles de vibración se mantengan dentro del criterio de referencia utilizado en la evaluación ambiental, permitiendo además detectar oportunamente eventuales desviaciones respecto de los niveles proyectados.<br>Descripción: El PGRV contempla:<br>- monitoreo de ruido en el receptor R1.<br>- monitoreo de vibraciones en los receptores R1 y R4.<br>- registro y gestión de quejas y reclamos de la comunidad asociados a ruido y vibraciones.<br>- revisión periódica de los indicadores obtenidos en las campañas de monitoreo.<br>- revisión gerencial del PGRV, a partir de los resultados obtenidos y de los antecedentes registrados.<br>Justificación: El receptor R1 corresponde al punto sujeto a gestión preventiva para ruido debido al margen de cumplimiento obtenido en la evaluación acústica. Para vibraciones, los receptores R1 y R4 corresponden a viviendas de un piso evaluadas conforme a la metodología FTA, cuyos niveles proyectados se encuentran por debajo del criterio de referencia de 72 VdB. El PGRV se incorpora con el objeto de verificar en terreno las condiciones evaluadas y gestionar oportunamente eventuales desviaciones. |
| Lugar, forma y oportunidad de implementación | Lugar:<br>- Ruido: receptor R1.<br>- Vibraciones: receptores R1 y R4.<br>Forma:<br>Para ruido, las mediciones serán realizadas mediante instrumental y procedimiento conforme al D.S. N°38/2011 del MMA, durante los horarios de actividad respectivos de cada fase, sin considerar horarios de colación o almuerzo y bajo condiciones habituales de funcionamiento de maquinaria y equipos.<br>Para vibraciones, las mediciones serán realizadas mediante instrumental calibrado, utilizando como referencia la metodología establecida por la Federal Transit Administration (FTA) y el criterio de referencia de 72 VdB considerado en la evaluación ambiental.<br>Las mediciones serán ejecutadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) con registro vigente a la fecha de cada monitoreo, que corresponderá a cada subfase.<br>Oportunidad:<br>- Construcción: frecuencia semestral, extendiéndose hasta el término de esta fase. Una de las campañas deberá realizarse durante el período identificado como de mayor emisión de ruido o vibraciones de la subfase constructiva.<br>- Operación: frecuencia semestral durante el primer año de operación de la subfase.<br>Durante la construcción, la gestión del PGRV estará a cargo del Administrador de Obra, mientras que durante la operación corresponderá al Titular del Proyecto |
| Indicador que acredite su cumplimiento | Para ruido, el indicador corresponderá al Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) obtenido durante cada campaña en el receptor R1, el cual deberá ser igual o inferior al límite máximo permisible establecido por el D.S. N°38/2011 del MMA, de acuerdo con la fase y período evaluado. |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV) | |
|---|---|
| | Para vibraciones, el indicador corresponderá al nivel de vibración medido en los receptores R1 y R4, el cual será comparado con el criterio de referencia de 72 VdB, establecido conforme a la metodología FTA.<br>Adicionalmente, se considerarán como indicadores de gestión:<br>- Cumplimiento de las frecuencias de monitoreo comprometidas para cada componente.<br>- Existencia y actualización del registro de quejas y reclamos asociados a ruido y vibraciones.<br>- Elaboración de los respectivos informes técnicos de seguimiento.<br>- Registro de las acciones adoptadas en caso de detectarse una superación o desviación.<br>Los indicadores definidos para ruido y vibraciones se encuentran establecidos expresamente en la respuesta complementaria<br>En caso de no cumplir los limites normativos se tomarán medidas para reducir las emisiones y cumplir con los límites.<br>Por otra parte, ante la eventualidad de nuevos receptores por la cantidad de años de separación de la construcción de cada una de las subfases, se podrá incorporar nuevos receptores para garantizar su correcto funcionamiento y que el funcionamiento de la planta afecte a eventuales nuevos receptores. |
| Forma de control y seguimiento | Los resultados de los monitoreos serán incorporados en los respectivos informes técnicos de seguimiento ambiental.<br>Para ruido, se elaborará un reporte técnico de acuerdo con el Título V, artículo 15 letra d) del D.S. N°38/2011 del MMA, utilizando el formato establecido en la R.E. N°693/2015 de la SMA. Dicho reporte será acompañado por un informe técnico conforme a los contenidos mínimos señalados en el artículo 15 de la R.E. N°223/2015 de la SMA.<br>Para vibraciones, los resultados serán evaluados respecto del criterio de referencia establecido conforme a la metodología FTA y serán incorporados en un informe técnico de seguimiento ambiental conforme a los contenidos de la R.E. N°223/2015 de la SMA.<br>Los respectivos informes serán remitidos a la Superintendencia del Medio Ambiente dentro de un plazo de 10 días hábiles desde la fecha de realización de cada monitoreo.<br>Adicionalmente, se mantendrá un registro de quejas y reclamos de la comunidad, indicando al menos fecha de recepción, descripción del reclamo, ubicación o receptor asociado cuando corresponda y las acciones adoptadas para su gestión.<br>Los resultados de las campañas, los indicadores de cumplimiento y los antecedentes del registro de quejas y reclamos serán considerados en la revisión periódica y gerencial del PGRV.<br>En caso de verificarse una superación del límite máximo permisible para ruido conforme al D.S. N°38/2011 del MMA o del criterio de referencia utilizado para vibraciones, se analizarán las causas y se evaluará la implementación de medidas adicionales de control y/o gestión, dejando registro de las acciones adoptadas y de su seguimiento. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Respuesta a la observación 3.1.1 de la Adenda Complementaria; Informe de Ruido y Vibraciones, Anexo 4.1 de la Adenda. |

Fuente: Elaboración propia en base a la respuesta a la observación 3.1.1 de la Adenda Complementaria.

Respecto de la verificación de los equipos que operarán de manera continua, las campañas de la fase de operación se efectuarán con la PTAS en funcionamiento normal, de modo que las mediciones en R1 integren la contribución de dichos equipos. Asimismo, los reclamos asociados a ruido serán

incorporados al registro de quejas y reclamos del PGRV, cuyos antecedentes serán revisados conjuntamente con los resultados de los monitoreos.

**6.23. En relación con la contaminación acústica, el Titular señala en repuesta a la observación 19 (Tomo I), que "En referencia a la contaminación acústica (Anexo 4.1 de la Adenda), el proyecto presenta medidas asociadas con la implementación de barreras acústicas lo cual permite el cumplimiento del D.S. N°38/2011 del Ministerio de Medio Ambiente. Sin embargo, dicha medida no se identifica ni desarrolla en el Anexo 4.1 de la Adenda. Por lo anterior, se solicita al Titular incorporar y precisar la medida de barreras acústicas comprometida, indicando su ubicación, características, dimensiones, fase de implementación y receptores a los que estará destinada.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación y se rectifica lo señalado en la respuesta de la Adenda Ciudadana presentada en la Adenda, específicamente respecto de la referencia a que el Proyecto contemplaría la "implementación de barreras acústicas" como medida para dar cumplimiento al D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente.

Conforme a los antecedentes presentados en la DIA, la Adenda y el Informe de Ruido y Vibraciones contenido en el Anexo 4.1 de la Adenda, se evidencia que, al modelar las fases de construcción y operación bajo el criterio de condición más desfavorable, los niveles de ruido proyectados en la totalidad de los receptores evaluados se mantienen dentro de los límites establecidos en el D.S. N° 38/2011 del MMA.,

En consecuencia, el Proyecto no contempla la implementación de barreras acústicas como medida de control de ruido, ni el cumplimiento de la normativa aplicable se encuentra condicionado a la ejecución de este tipo de obras.

En efecto, la evaluación acústica fue desarrollada considerando las fuentes de ruido asociadas a las distintas fases y subfases del Proyecto y los receptores sensibles identificados en su entorno, evaluándose escenarios conservadores que representan las condiciones de mayor emisión acústica.

Para la fase de operación, la evaluación considera el funcionamiento de los equipos propios de la PTAS, entre ellos pretratamiento, bombas centrífugas, bombas RI, RAS y WAS, bombas de alimentación, sopladores de reactores y espesadores, equipos auxiliares, tránsito vehicular asociado a la operación y funcionamiento del grupo electrógeno de respaldo. Asimismo, para efectos de representar una condición desfavorable, se evaluó la operación simultánea de las cuatro subfases de

la PTAS.

La condición de mayor emisión acústica evaluada para la fase de operación corresponde a la operación conjunta de las Subfases 1, 2, 3 y 4, para la cual se determinó un nivel de potencia acústica total de 115,7 dB(A). Los niveles proyectados en los receptores humanos identificados permiten verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos por el D.S. N°38/2011, tanto durante el período diurno como nocturno, siendo este último particularmente relevante debido a que presenta límites más restrictivos.

Asimismo, para el receptor asociado a fauna nativa, los niveles proyectados no superan los umbrales de afectación establecidos en el documento técnico "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa" del Servicio de Evaluación Ambiental.

Por lo anterior, los antecedentes técnicos presentados permiten concluir que no se requieren barreras acústicas para asegurar el cumplimiento normativo del Proyecto, dado que los niveles de ruido proyectados cumplen con los límites aplicables sin considerar dicha medida.

En consecuencia, no corresponde establecer ubicación, características, dimensiones, fase de implementación ni receptores asociados a barreras acústicas, toda vez que éstas no forman parte del diseño ni de las medidas ambientales comprometidas.

Sin perjuicio de lo anterior, se mantiene lo señalado durante la evaluación respecto de la verificación del desempeño acústico durante la fase de operación, conforme a los compromisos previamente asumidos por el Titular.

De esta manera, se aclara que el cumplimiento del D.S. N°38/2011 se sustenta en las características propias de las fuentes consideradas, su distribución dentro del Proyecto y los resultados obtenidos en la evaluación acústica presentada en el Anexo 4.1 de la Adenda, sin requerirse la implementación de barreras acústicas como medida de control.

**6.24. Respecto observación 28, no se responde lo referido a molestias cotidianas como ruido de maquinaria pesada. Se reitera esta observación.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se complementa la respuesta entregada previamente, abordando específicamente las eventuales molestias cotidianas asociadas al ruido generado por maquinaria pesada y demás fuentes sonoras del Proyecto.

Durante la fase de construcción, las principales fuentes de ruido corresponden al funcionamiento de maquinaria y equipos propios de las faenas, incluyendo retroexcavadoras, camiones tolva, camiones mixer, camiones grúa, camiones aljibe, placas compactadoras y demás equipos considerados en el Informe de Ruido y Vibraciones del Anexo 4.1 de la Adenda. Asimismo, se consideran las emisiones asociadas al tránsito de vehículos pesados, actividades de carga y descarga, excavaciones, compactación y montaje.

Estas fuentes fueron incorporadas expresamente en la evaluación acústica, considerándose escenarios representativos de las condiciones más desfavorables de construcción. En particular, se evaluó tanto la construcción de la Subfase 1 como el escenario de solapamiento correspondiente a la construcción de la Subfase 4 con la operación de las subfases anteriores, condición que representa una mayor carga acústica por la coexistencia de actividades constructivas y operacionales.

De acuerdo con los resultados del Informe de Ruido y Vibraciones, los niveles proyectados en los receptores sensibles cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Para la construcción de la Subfase 1 se proyectan niveles de 54 dB(A) en R1, 49 dB(A) en R2, 45 dB(A) en R3 y 42 dB(A) en R4, mientras que para el escenario de solapamiento correspondiente a la construcción de la Subfase 4 con la operación de las subfases precedentes se proyectan 52 dB(A), 49 dB(A), 45 dB(A) y 42 dB(A), respectivamente, valores inferiores a los límites aplicables para los respectivos receptores.

Por tanto, las molestias cotidianas que eventualmente pudieran percibirse por el funcionamiento de maquinaria pesada fueron consideradas dentro de la estimación acústica del Proyecto y se encuentran representadas en los escenarios modelados. En este sentido, si bien durante determinadas actividades constructivas puede producirse una percepción temporal del ruido asociado a maquinaria pesada, los resultados de la evaluación muestran que dicha emisión no alcanza niveles que impliquen incumplimiento de la normativa vigente ni configuran una afectación significativa sobre la salud de la población.

Asimismo, la evaluación considera la localización de los receptores sensibles más cercanos a las faenas y la operación simultánea de las fuentes consideradas en cada escenario, de manera que los

resultados no representan el funcionamiento aislado de una única maquinaria, sino la contribución conjunta de los equipos previstos para las actividades evaluadas.

Respecto de la fase de operación, las principales fuentes acústicas corresponden al funcionamiento de los equipos de la PTAS, tales como bombas, aireadores o sopladores, equipos auxiliares, tránsito vehicular asociado al retiro de lodos e insumos y funcionamiento eventual del grupo electrógeno. Estas fuentes también fueron incorporadas en el modelo acústico y evaluadas tanto en período diurno como nocturno.

En consecuencia, la eventual molestia cotidiana asociada al ruido de maquinaria pesada y equipos del Proyecto sí ha sido considerada en la evaluación acústica, mediante la incorporación de las fuentes correspondientes y su funcionamiento simultáneo en los escenarios de mayor emisión. Los resultados obtenidos permiten verificar el cumplimiento del D.S. N°38/2011 en los receptores sensibles evaluados.

Adicionalmente, durante la fase de construcción y el primer año de la fase de operación se mantiene el compromiso previamente asumido de verificar el desempeño acústico real mediante campañas semestrales de medición en el receptor R1, en el marco del Plan de Gestión de Ruido y Vibraciones (PGRV). De esta manera, la evaluación predictiva se complementará con la verificación de las condiciones acústicas efectivamente observadas durante la operación, sin incorporar mediante la presente respuesta nuevos compromisos adicionales.

**Uso del cuerpo receptor para consumo humano, Abastecimiento humano relacionado con APR/aguas subterráneas, Riesgo sanitario asociado a disponibilidad/calidad del agua**

**Observaciones N°16, 32, 47, 52, y 57 (Tomo I)**

**Observaciones N°116, 122, 153, 156, 170, 172, 188 (Tomo II)**

**Observaciones N°259, 260, 264 (Tomo III)**

**Observaciones N°301, 316, 328, 375, 380, 395 (Tomo IV)**

**Observaciones N°403, 452, 455 (Tomo V)**

**Observaciones N° 522, 533, 537, 538, 539, 550, 569, 570, 571, 572, 575, 588, 597, 602, 603, 606 (Tomo VI)**

**6.25. En consideración de las observaciones ciudadanas y lo presentado en Adenda, se solicita al Titular complementar el Catastro de Usos y Prácticas del Río Arenas (Estero Chávez) y cursos de agua asociados, identificando y georreferenciando los puntos de captación, viviendas, familias o grupos humanos que utilicen o puedan utilizar sus aguas para consumo humano, abastecimiento doméstico, riego, recreación u otros usos esenciales, particularmente aquellos ubicados aguas abajo del punto de descarga y las familias que no cuentan con APR.**

**Asimismo, deberá considerar situaciones de escasez hídrica, estiaje, emergencias o interrupciones del abastecimiento mediante APR, norias u otras fuentes, y fundamentar técnicamente la afirmación de que el Río Arenas no constituye una fuente de agua potable.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. En atención a lo solicitado, se complementa y profundiza el Catastro de Usos y Prácticas en torno al río Arenas, incorporando los antecedentes obtenidos mediante el levantamiento de información primaria efectuado en los sectores residenciales emplazados aguas abajo del punto de descarga del Proyecto, particularmente en los sectores de Pasaje Llanadita y Don Justo.

El levantamiento permitió identificar y georreferenciar los puntos visitados, caracterizar la situación de las viviendas respecto de la cobertura de Agua Potable Rural (APR) y reconocer los usos y prácticas asociados al Río Arenas, incluyendo usos domésticos no destinados al consumo humano, actividades recreativas y utilización del recurso para bebida animal.

Lo anterior no modifica las conclusiones generales previamente obtenidas, pero amplia y fortalece el análisis del catastro, toda vez que el levantamiento de información permitió identificar y caracterizar los distintos sectores en función de su relación con el Río Arenas, así como los usos y prácticas

asociados a este. El Catastro de Usos y Prácticas en torno al Río Arenas actualizado, que incorpora estos antecedentes complementarios, se presenta en el Anexo 4.1 de la Adenda Complementaria.

**Metodología del levantamiento y resguardo de la información**

El levantamiento de información primaria fue desarrollado durante los días 25 y 26 de marzo de 2026, contemplándose la visita de 28 puntos correspondientes a viviendas localizadas en los sectores analizados. En 11 de dichos puntos fue posible aplicar entrevistas a moradores presentes que aceptaron voluntariamente participar, mientras que en los 17 restantes no fue posible obtener información directa, principalmente debido a ausencia de moradores, negativa a participar o restricciones de acceso.

La pauta de entrevista estuvo orientada específicamente a reconocer los usos actuales e históricos del río Arenas, las formas de abastecimiento de agua de las viviendas y su eventual utilización para consumo humano, usos domésticos, recreativos, agrícolas o ganaderos.

En consideración al carácter privado de la información recopilada, la identificación pública de las viviendas y grupos familiares se presenta mediante códigos y sectores territoriales, evitando incorporar nombres, direcciones u otros antecedentes personales que permitan individualizar a los participantes. La información georreferenciada levantada en terreno es utilizada como antecedente técnico para establecer la relación espacial de las viviendas con el río Arenas y con las obras del Proyecto.

El detalle del catastro actualizado se presenta en el Anexo 4.1 de la Adenda Complementaria, incorporando para cada punto visitado su código de identificación, sector, situación observada en terreno, uso del río identificado, situación respecto de la cobertura APR y relación espacial con el cauce.

**Tabla 56. Caracterización de puntos visitados y usos del río Arenas.**

| Código | Sector | Situación en terreno | Uso del rio identificado | Cobertura APR | Distancia al río (metros) |
|---|---|---|---|---|---|
| E1 | Pasaje Llanadita | Morador presente | No identifica uso | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| E2 | Pasaje Llanadita | Morador presente | Bebedero para animales + Domestico (como lavado de loza, ropa) | Fuera de territorio operacional APR | <50 |
| E3 | Pasaje Llanadita | Morador presente | No identifica uso | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| E4 | Pasaje Llanadita | Morador presente | Recreativo | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| E5 | Pasaje Don Justo | Morador presente | Domestico (como lavado de loza, ropa) Bebedero para animales | Dentro de territorio operacional APR | >50 |

| Código | Sector | Situación en terreno | Uso del rio identificado | Cobertura APR | Distancia al río (metros) |
|---|---|---|---|---|---|
| E6 | Pasaje Don Justo | Morador presente | Recreativo+ Bebedero para animales | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| E7 | Calle Río Cisnes | Morador presente | Bebedero para animales | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| E8 | Calle Río Cisnes | Morador presente | Recreativo | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| E9 | Pasaje Don Justo | Morador presente | Bebedero para animales | Dentro de territorio operacional APR | <50 |
| E10 | Calle Río Cisnes | Morador presente | Bebedero para animales | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| E11 | Pasaje Don Justo | Morador presente | Recreativo + Domestico (como lavado de loza, ropa u otros requerimientos del hogar) | Dentro de territorio operacional APR | <50 |
| V1 | Pasaje Llanadita | Sin Moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V2 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V3 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V4 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | <50 |
| V5 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V6 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | <50 |
| V7 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V8 | Pasaje Llanadita | Sin moradores | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V9 | Pasaje Llanadita | Rechaza | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | >50 |
| V10 | Pasaje Llanadita | Rechaza | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | <50 |
| V11 | Pasaje Llanadita | Acceso restringido | No determinado | Fuera de territorio operacional APR | <50 |
| V12 | Pasaje Don Justo | Sin moradores | No determinado | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| V13 | Pasaje Don Justo | Sin moradores | No determinado | Dentro de territorio operacional APR | <50 |
| V14 | Pasaje Don Justo | Sin moradores | No determinado | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| V15 | Pasaje Don Justo | Sin moradores | No determinado | Dentro de territorio operacional APR | >50 |
| V16 | Pasaje Don Justo | Sin moradores | No determinado | Dentro de territorio operacional APR | >50 |

| Código | Sector | Situación en terreno | Uso del rio identificado | Cobertura APR | Distancia al río (metros) |
|---|---|---|---|---|---|
| V17 | Pasaje Don Justo | Sin moradores | No determinado | Dentro de territorio operacional APR | <50 |

Fuente: Elaboración propia a partir del levantamiento de información primaria 25 y 26 de marzo

A continuación se presentan gráficamente estos sectores mencionados en la tabla anterior.

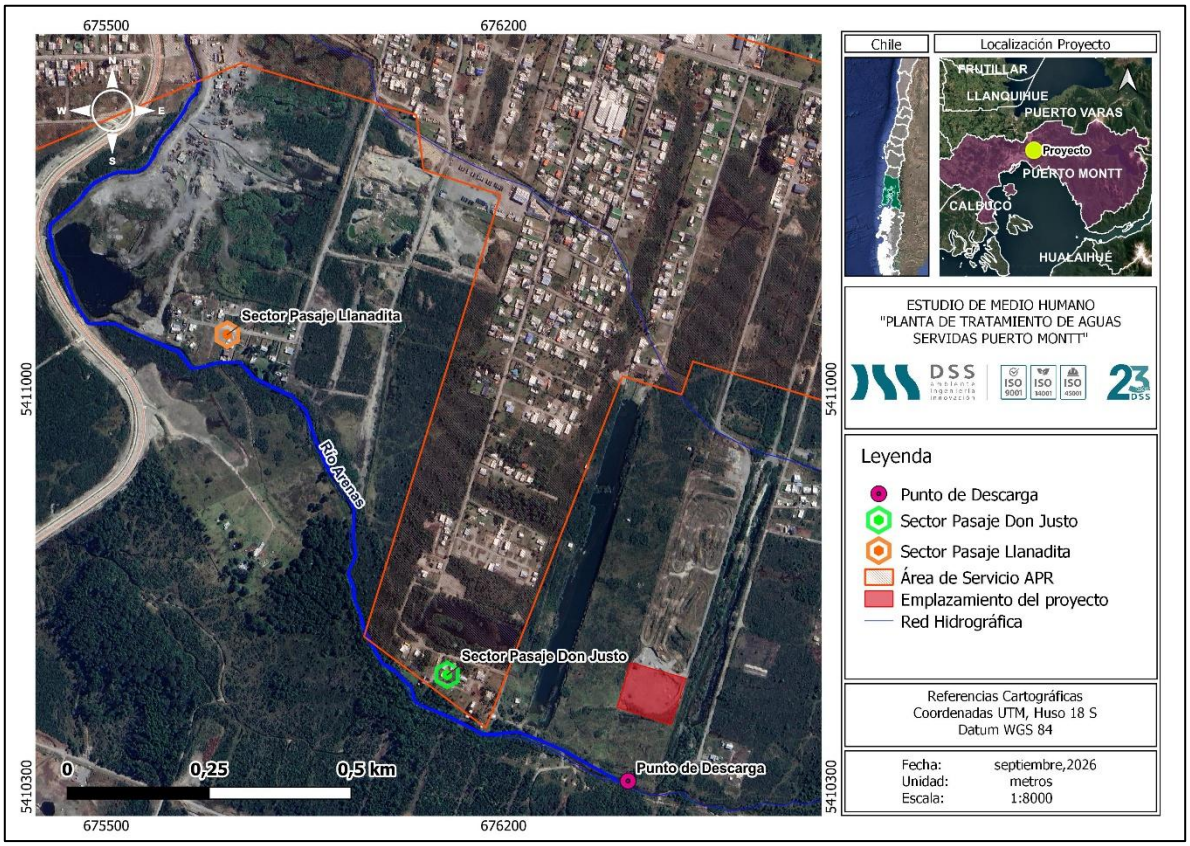



**Figura 44. Sectores aledaños al Río Arenas.**

Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis.

Cabe precisar que, respecto de aquellos puntos consignados como "uso no determinado", dicha clasificación responde exclusivamente a que no fue posible obtener información directa de sus moradores y, por tanto, no debe interpretarse como inexistencia de utilización del río.

**Levantamiento de información primaria.**

Con el objeto de profundizar la información sintetizada en la tabla anterior, se sistematizaron los antecedentes correspondientes exclusivamente a las 11 entrevistas efectivamente realizadas. Esta segunda instancia de análisis permite precisar la naturaleza de los usos identificados, diferenciando entre usos domésticos, recreativos y asociados a la bebida de animales, así como determinar si el Río Arenas es utilizado para consumo humano.

A partir de los antecedentes levantados en terreno, y tal como se indica en anexo Catastro de usos del río se identificaron distintos niveles de relación con el río Arenas asociados principalmente a usos recreativos, domésticos y al bebedero de agua para animales. Los resultados presentan diferencias según el sector de emplazamiento de las viviendas y su relación con el sistema de abastecimiento mediante APR. A continuación, se analizan los principales usos identificados para cada sector, considerando exclusivamente los antecedentes obtenidos mediante las entrevistas realizadas en terreno.

A continuación, se presenta una tabla complementaria a la tabla 2 del Anexo 4.3.5 de la Adenda a fin de precisar el análisis y caracterización de los usos de cada sector:

**Tabla 57. Resultados información primaria catastro de usos del río Arenas**

| Entrevista | Sector | Uso o práctica asociada al Río Arenas | Consumo Humano | Uso de recursos naturales / ganadería | Importancia del Río Arenas |
|---|---|---|---|---|---|
| E1 | Pasaje Llanadita | No identifica uso actual del río. Señala que anteriormente se utilizaba más para baño. | No | Pequeña ganadería, no asociada al río. | Uso histórico para baño; actualmente no identifica importancia asociada a su uso. |
| E2 | Pasaje Llanadita | Uso de agua para lavado de loza y ropa. | No | Pequeña ganadería que toma agua del río. | Uso doméstico: lavadora, baño y otras actividades; no para beber. |
| E3 | Pasaje Llanadita | No reconoce usos o prácticas asociadas al río. | No | No reconoce actividades dependientes de recursos naturales. | No identifica importancia del río. |
| E4 | Pasaje Llanadita | Uso señala baño en verano. | No. Refiere, sin corroborar, posible uso por viviendas sin APR. | No reconoce actividades dependientes de recursos naturales. | Baño estival y posible uso doméstico por viviendas sin acceso a APR, según lo referido. |
| E5 | Pasaje Don Justo | Extracción de agua para uso doméstico y baño, no para consumo. | No | Actividad agrícola no asociada directamente al río; animales beben agua. | No identifica una importancia particular, salvo presencia de personas en época estival. |
| E6 | Pasaje Don Justo | Baño/recreación durante el verano. Uso doméstico para lavado; animales beben agua. | No | Animales utilizan el agua para consumo. | Reconoce presencia de salmones y fauna nativa, como garzas y camarones. |
| E7 | Calle Río Cisnes | El río se utiliza para dar de beber a animales; entrevistado no lo utiliza porque posee APR. | No. | Ganadería/pastoreo en predio cercano; presencia de vacas y caballos. | Parte del entramado de acuíferos; señala conexión con el humedal durante el invierno. |

| Entrevista | Sector | Uso o práctica asociada al Río Arenas | Consumo Humano | Uso de recursos naturales / ganadería | Importancia del Río Arenas |
|---|---|---|---|---|---|
| E8 | Calle Río Cisnes | Uso recreativo. | No. | No reconoce actividades dependientes de recursos naturales. | Para algunos habitantes, sus animales beben agua del río. |
| E9 | Pasaje Don Justo | No identifica uso actual; no determina si hubo bañistas en el pasado. | No | Animales utilizan el río para beber. | Uso del río por animales para beber. |
| E10 | Calle Río Cisnes | No reconoce usos actuales; identifica animales que beben agua ocasionalmente. | No | Uso ocasional por animales. | para animales |
| E11 | Pasaje Don Justo | Uso doméstico y recreativo en verano; refiere que algunas viviendas sin APR utilizarían agua para lavado. | No | Presencia de animales que transitan/pastorean. | Uso durante el verano y para actividades domésticas de algunas viviendas. |

Fuente: Matriz vaciado de Entrevistas, Anexo 4.3.3 de la Adenda

La información primaria evidencia usos puntuales del Río Arenas, principalmente asociados a actividades domésticas no potables, recreación estival y bebida de animales. En ninguna de las 11 entrevistas realizadas se declaró el uso directo del río para bebida o preparación de alimentos.

**Antecedentes información secundaria**

**Pasaje Llanadita:**

En particular, el sector de Pasaje Llanadita según antecedentes censales corresponde a un conjunto de 10 hogares insertos en una entidad censal, correspondiente al distrito censal Pelluco. De acuerdo con la clasificación censal, corresponde a la categoría Parcela-Hijuela, lo que permite caracterizarla como una entidad de carácter predominantemente rural.

En términos sociodemográficos, la entidad registra 27 habitantes, distribuidos en 17 viviendas particulares, de las cuales 13 se encuentran ocupadas. La estructura habitacional corresponde exclusivamente a viviendas tipo casa, sin registro de departamentos u otras tipologías. Asimismo, se identifican 10 hogares, con un promedio de 2,7 personas por hogar.

**Tabla 58. Población por sexo en pasaje Llanadita.**

| Sexo | N° habitantes | % |
|---|---|---|
| Hombres | 16 | 59,3% |
| Mujeres | 11 | 40,7% |
| **Total** | **27** | **100%** |

Fuente: Censo de Población y vivienda (2024)

Respecto al abastecimiento de agua, se observa una condición característica de sectores rurales, dado que solo 1 vivienda declara abastecimiento mediante red pública, mientras que 3 utilizan pozo

y 6 recurren al abastecimiento mediante camión aljibe. En cuanto a la distribución al interior de las viviendas, 8 disponen de llave dentro de la vivienda y 2 presentan acceso mediante acarreo.

Lo anterior se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 59. Fuente de abastecimiento de agua pasaje Llanadita**

| Fuente de agua | N° viviendas |
|---|---|
| Red pública | 1 |
| Pozo | 3 |
| Camión aljibe | 6 |
| Río | 0 |
| **Total** | **10** |

Fuente: Censo de Población y vivienda (2024)

Respecto al sistema de distribución se obtiene que 8 viviendas presentas sistema de llave dentro de vivienda y 2 viviendas indican distribuir el agua mediante acarreo.

**Tabla 60. Sistema de distribución del agua pasaje Llanadita**

| Sistema de distribución | N° hogares |
|---|---|
| Llave dentro de la vivienda | 8 |
| Llave fuera de la vivienda | 0 |
| Acarreo | 2 |
| **Total** | **10** |

**Sector pasaje Don Justo:**

El segundo sector de interés, considerando su cercanía al río Arenas, corresponde al conjunto de viviendas asociado al sector Pasaje Don Justo, localizado en las inmediaciones del cauce correspondiente a un conjunto de 10 viviendas emplazada a menos de 80 m de distancia del río Arenas. Este sector se encuentra inserto en una zona censal de amplia extensión territorial, que integra más de 100 viviendas, por lo que los datos censales disponibles representan un ámbito territorial mayor al conjunto específico de viviendas analizado. Cabe señalar que la totalidad del sector se encuentra dentro del territorio operacional de la APR La Vara.

**Tabla 61. Población total por sexo en sector Don Justo**

| Sexo | N° habitantes | % |
|---|---|---|
| Hombres | 149 | 49,8% |
| Mujeres | 150 | 50,2% |
| **Total** | **299** | **100%** |

Fuente: Censo de Población y vivienda (2024)

En la zona censal analizada se registran 127 viviendas particulares, de las cuales 102 se encuentran ocupadas y 25 desocupadas. Las viviendas corresponden mayoritariamente a casas (126), mientras que se registra una vivienda clasificada en la categoría "otro".

Respecto al acceso a agua, se registran 97 viviendas con información sobre abastecimiento de agua. La principal fuente corresponde a la red pública, utilizada por 89 viviendas (91,8%), mientras que 8

viviendas (8,2%) se abastecen mediante pozo. No se registran viviendas cuyo abastecimiento provenga de camión aljibe o directamente del río.

Lo anterior se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 62. Fuente de abastecimiento de agua sector Don Justo**

| Fuente de abastecimiento | N° viviendas | % |
|---|---|---|
| Red pública | 89 | 91,8% |
| Pozo | 8 | 8,2% |
| Camión aljibe | 0 | 0,0% |
| Río | 0 | 0,0% |
| **Total, con información** | **97** | **100%** |

Fuente: Censo de Población y vivienda (2024)

El sistema de distribución de agua se caracteriza por un alto nivel de acceso mediante llave al interior de la vivienda. De las 97 viviendas con información, 94 (97,0%) cuentan con llave dentro de la vivienda. En tanto, 1 vivienda (1,0%) dispone de llave fuera de la vivienda y 2 viviendas (2,1%) acceden al agua mediante acarreo.

Lo anterior se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 63. Sistema de distribución del agua sector Don Justo**

| Forma de distribución | N° viviendas | % |
|---|---|---|
| Llave dentro de la vivienda | 94 | 97,0% |
| Llave fuera de la vivienda | 1 | 1,0% |
| Acarreo | 2 | 2,1% |
| **Total, con información** | **97** | **100%** |

Fuente: Censo de Población y vivienda (2024)

En síntesis, los antecedentes provenientes del Censo de Población y vivienda (2024) recopilados permiten distinguir las condiciones de abastecimiento de agua de los sectores próximos al río Arenas. En el caso del Pasaje Llanadita, si bien corresponde a un conjunto de viviendas ubicado fuera del área de cobertura de la red APR, los antecedentes censales disponibles para las viviendas con información no registran abastecimiento mediante río, identificándose principalmente el uso de pozo y camión aljibe. Por su parte, el sector Pasaje Don Justo se encuentra íntegramente comprendido dentro del territorio operacional de la APR La Vara, por lo que tampoco se identifica, a partir de los antecedentes disponibles, una condición generalizada de ausencia de sistemas formales de abastecimiento.

**Usos del río**

A partir de los antecedentes recopilados mediante entrevistas y revisión de información censal, se identificaron distintos usos del río Arenas por parte de la población del entorno. Estos se presentan de manera diferenciada según su finalidad y frecuencia, distinguiéndose los siguientes:

**Uso doméstico no potable:** Uso puntual del agua del río para actividades como lavado de loza, ropa u otros requerimientos del hogar, sin considerar consumo humano.

**Uso recreativo:** Corresponde principalmente al uso del río y su ribera para baño y recreación durante el período estival. Los antecedentes levantados indican que se trata de un uso estacional, sin identificarse actividades recreativas organizadas ni festividades vinculadas al cauce.

**Bebida de animales:** Utilización del río como fuente de agua para el consumo de animales, principalmente ganado y otros animales domésticos.

**Consumo humano:** No se identificó entre los hogares entrevistados el uso del Río Arenas como fuente habitual de agua para bebida o preparación de alimentos. Esta constatación se complementa con la información censal, que en las unidades analizadas no registra al río como fuente principal de abastecimiento de las viviendas.

**Síntesis de Hallazgos**

La siguiente tabla sintetiza los antecedentes primarios y secundarios recopilados para los sectores analizados, permitiendo caracterizar los principales usos del río Arenas y su relación con las formas de abastecimiento de agua de la población.

**Tabla 64. Síntesis de Hallazgos por sector**

| Sector | Información primaria | Información secundaria |
|---|---|---|
| **Pasaje Llanadita** | Se identifican usos puntuales asociados al lavado de loza y ropa, bebedero para animales y recreación estival. Estos usos no se presentan como generalizados. | Sector fuera del territorio operacional APR. Censo 2024 registra principalmente camión aljibe y pozos, sin identificar el río como fuente de abastecimiento de agua |
| **Pasaje Don Justo** | Se registran usos domésticos, recreativos y bebedero para animales. Asimismo, se reconoce la presencia de actividades agrícolas y ganaderas. | Sector dentro del territorio operacional del APR. Se registran viviendas abastecidas mediante red pública y pozos, sin registro de camión aljibe. |
| **Calle Río Cisne** | Uso recreativo y bebida ocasional de animales; entrevistados con APR señalan no utilizar el río para abastecimiento doméstico. | Sector considerado como complemento territorial del levantamiento, localizado a mayor distancia del cauce y próximo al emplazamiento de la planta. |

Fuente: Elaboración propia

Con el objeto de resguardar la privacidad y confidencialidad de la información proporcionada por los habitantes, la ubicación de los usos identificados se presenta de manera referencial, evitando individualizar viviendas o asociar determinados usos con personas específicas. En la siguiente figura se presentan los usos identificados:

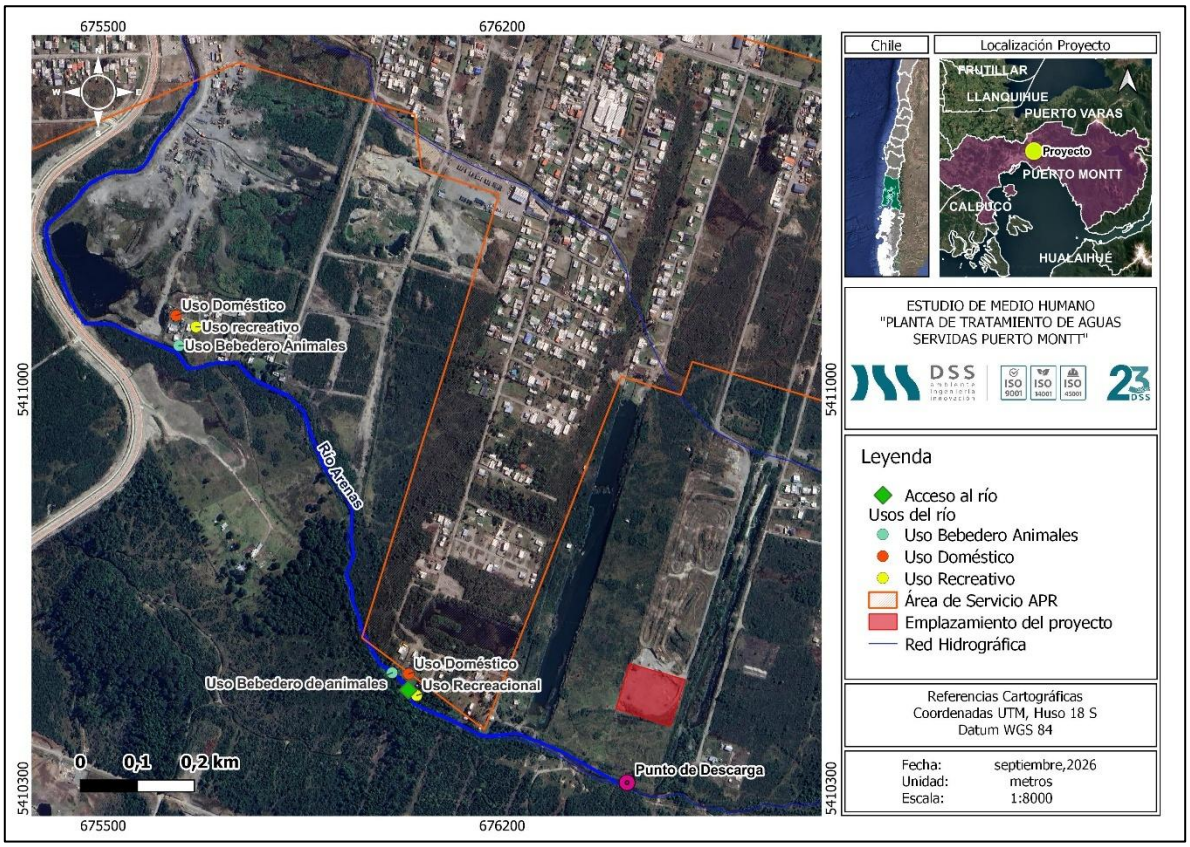



**Figura 45. Usos del río Arenas.**
Fuente: Elaboración propia en base a software Qgis

En función de los antecedentes recopilados, no se registra uso del río Arenas para consumo humano en las viviendas entrevistadas, incluso en sectores que no cuentan con abastecimiento formal mediante APR (sector pasaje Llanadita). No obstante, se identifica transversalmente un uso recreativo de carácter estacional, usos domésticos puntuales y bebedero animales. Sin perjuicio de ello, y atendiendo a la observación respecto de la identificación de familias que utilizan o podrían utilizar el recurso, se reconoce como potencial área de uso el sector Pasaje Llanadita, específicamente aquellas viviendas que no cuentan con APR, pozo ni abastecimiento mediante camión aljibe, en atención a sus condiciones de acceso al recurso hídrico. Esta identificación corresponde a una posibilidad de uso y no a un uso efectivo constatado, por lo que no se establece dependencia actual de estas viviendas respecto del río Arenas.

En relación con situaciones de escasez hídrica, estiaje, emergencias o eventuales interrupciones de las fuentes habituales de abastecimiento, el análisis considera las distintas formas de acceso al agua identificadas en los sectores estudiados, incluyendo la cobertura del sistema de Agua Potable Rural (APR) y la eventual utilización de fuentes alternativas.

En este sentido, las entrevistas realizadas en los sectores emplazados aguas abajo del punto de descarga permitieron identificar usos asociados principalmente al lavado de ropa y loza, baño, recreación estival y bebida animal, sin que se haya constatado entre los hogares entrevistados la utilización del Río Arenas como fuente habitual de agua destinada al consumo humano directo. Respecto de las fuentes formales de agua potable presentes en el área, se constató la operación del Comité de Agua Potable Rural Senda Sur–Senda Central–Cruce La Vara. De acuerdo con antecedentes de la Dirección General de Aguas, el abastecimiento para consumo humano de este sistema se sustenta en captaciones de aguas subterráneas mediante pozos emplazados en el sector de La Vara–Senda Central, no correspondiendo el Río Arenas a su fuente de producción de agua potable.

Sin perjuicio de la existencia de este sistema, los antecedentes disponibles indican que no todas las viviendas del área cuentan necesariamente con conexión efectiva al APR. En estos casos se registran mecanismos alternativos de abastecimiento. En particular, antecedentes de la Municipalidad de Puerto Montt dan cuenta de suministro mediante camiones aljibe a familias que no disponían de conexión al sistema de agua potable, situación que resulta concordante con los antecedentes del Censo de Población y Vivienda 2024 para Pasaje Llanadita, donde se identifican hogares abastecidos mediante pozos y camión aljibe.

En relación con el eventual uso del Río Arenas durante situaciones de escasez o interrupción del abastecimiento, si bien durante el proceso de participación ciudadana se planteó la posible utilización del cauce en dichos escenarios, esta situación no fue constatada mediante el levantamiento de información primaria efectuado. Entre los hogares entrevistados no se identificó utilización del Río Arenas para bebida o preparación de alimentos, ni se reconocieron puntos de captación superficial destinados a consumo humano.

En consecuencia, la información primaria y secundaria disponible permite establecer que las fuentes identificadas para el abastecimiento de agua destinada al consumo humano corresponden principalmente a sistemas APR abastecidos mediante aguas subterráneas, pozos particulares y, en determinados casos, camiones aljibe. No se dispone de antecedentes verificados que permitan identificar al Río Arenas como una fuente habitual o de contingencia para el abastecimiento de agua destinada al consumo humano de los hogares caracterizados, sin perjuicio de los usos domésticos no potables, recreativos y pecuarios del cauce identificados durante el levantamiento.

Considerando los antecedentes anteriores y lo abordado con la autoridad durante la evaluación ambiental, el Titular complementa el Plan de Contingencias y Emergencias y el Compromiso Ambiental Voluntario "Plan Comunicacional", de modo de incorporar expresamente a los usuarios actuales y potenciales ubicados aguas abajo del punto de descarga.

En particular, se actualizan los siguientes escenarios:

- Caudal de ingreso superior al caudal de diseño de la PTAS;
- Carga orgánica superior a la carga de diseño de la PTAS; y
- Problemas en el flujo normal de la descarga de la PTAS.

Cuando alguno de estos eventos genere una condición que pueda comprometer la calidad normal del efluente o del cuerpo receptor, se activará el protocolo de comunicación de riesgo, mediante el cual se informará oportunamente a los vecinos y organizaciones comunitarias ubicadas aguas abajo, recomendando preventivamente suspender temporalmente la captación, el contacto directo y los demás usos del agua del río Arenas hasta que la situación haya sido controlada.

Este protocolo otorgará especial consideración a las viviendas ubicadas fuera del territorio operacional del APR y a aquellos usuarios que, ante interrupciones de sus fuentes habituales, pudieran recurrir temporalmente al río.

Una vez controlada la contingencia y verificadas las condiciones que permitan levantar la recomendación preventiva, se comunicará a los mismos destinatarios el término de la condición de emergencia. En este sentido a continuación se presenta los planes de contingencias y emergencias descritos.

**Tabla 65. Plan de Contingencias y emergencias - Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS**

| **Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS** | |
|---|---|
| Fase del proyecto a la queaplica | Operación. |
| Emplazamiento, parte,obra o acción asociada | Todas las partes, obras y acciones del proyecto |
| Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia | La PTAS contará con sistemas de ecualización destinados a amortiguar variaciones temporales del caudal de ingreso. El Operador y/o Supervisor controlará regularmente el caudal afluente, el nivel de los estanques ecualizadores, la concentración de biomasa en el reactor y las líneas de recirculación. Asimismo, se procederá de acuerdo con el procedimiento de control y uso del bypass establecido para la PTAS. El bypass constituye una medida excepcional y será utilizado únicamente cuando las medidas operacionales y la capacidad disponible de ecualización no permitan manejar el caudal afluente. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>Se mantendrá registro de los caudales de ingreso y de los principales parámetros operacionales asociados al funcionamiento de la PTAS.<br><br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>En caso de detectarse un incremento anormal del caudal, el Operador y/o Supervisor verificará la capacidad disponible de los estanques ecualizadores y la respuesta de las unidades de tratamiento.<br>En caso de activación del bypass, se registrará al menos la fecha y hora de inicio, duración del evento, caudal involucrado, causa probable y medidas adoptadas |

| Riesgo: Caudal de ingreso superior a caudal de diseño la PTAS | |
|---|---|
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Cuando el caudal de ingreso supere la capacidad máxima de diseño hidráulico y no sea posible controlar el evento mediante la capacidad de ecualización y las medidas operacionales disponibles, se procederá conforme al procedimiento de uso del bypass. Se informará inmediatamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios sobre su utilización. Paralelamente, se activará el protocolo de comunicación de riesgo contenido en el Plan Comunicacional del Proyecto, informando oportunamente a los vecinos, familias, usuarios y organizaciones comunitarias identificados en el Catastro de Usos del río Arenas ubicados aguas abajo del punto de descarga. La comunicación indicará la ocurrencia del evento y solicitará, de manera preventiva, suspender temporalmente la captación, contacto directo y demás usos del agua del río mientras se mantenga la situación de emergencia. Esta comunicación considerará especialmente a aquellas viviendas o familias que no cuenten con APR y a quienes pudiesen recurrir al río durante interrupciones del abastecimiento, períodos de estiaje o situaciones de escasez hídrica. Una vez controlada la emergencia, se comunicará el término de la condición de contingencia por los mismos canales utilizados para la alerta. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan | La activación de las acciones de emergencia será comunicada a la Superintendencia del Medio Ambiente de acuerdo con a lo instruido en el Oficio SISS N°384/2018, que instruye sobre aliviaderos de emergencia. A su vez se informará al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, cuando corresponda, mediante un reporte que contenga fecha, lugar, descripción del evento, medidas adoptadas y registros asociados, el que será ingresado mediante el sistema correspondiente de la SMA. Sin perjuicio de lo anterior, la activación del protocolo comunitario se realizará tan pronto como se constate una condición que pueda comprometer la calidad normal de la descarga o implique la utilización del bypass. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria

**Tabla 66. Plan de Contingencias y emergencias - Carga orgánica superior a la carga de diseño de la PTAS**

| Riesgo: Carga orgánica superior a la carga de diseño de la PTAS | |
|---|---|
| Fase del proyecto a la que aplica | Fase de operación |
| Emplazamiento, parte,obra o acción asociada | Todas las partes, obras y acciones del proyecto |
| Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia | Podrán ocurrir situaciones excepcionales en que ingresen a la red de alcantarillado aguas servidas con características o cargas superiores a aquellas consideradas para el diseño de la PTAS. Estas condiciones podrían provocar alteraciones en el sistema biológico de tratamiento. Para su detección temprana se controlarán las características del afluente y los parámetros operacionales relevantes, incluyendo aspectos tales como color, olor, presencia y características de sólidos, pH, temperatura y comportamiento del sistema biológico. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>El Operador realizará una revisión periódica de las características del caudal afluente y del comportamiento de las unidades de tratamiento.<br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>Ante la detección de condiciones anormales, se aumentará la frecuencia del control de los parámetros operacionales necesarios para verificar la respuesta del sistema y mantener la calidad del tratamiento. Se registrará la duración y magnitud del evento, sus características, las medidas implementadas y la recuperación de las condiciones normales de operación. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Cuando se detecte una carga orgánica incompatible o superior a la capacidad normal del sistema, se ajustarán los parámetros operacionales para favorecer el correcto tratamiento. Cuando se trate de una carga orgánica compatible con el proceso biológico, se incrementará el control del oxígeno disuelto del reactor y se ajustará la operación de los sopladores y demás parámetros necesarios para responder a la demanda adicional. Si se compromete la viabilidad de la biomasa, se podrá proceder a la inoculación del reactor con lodos provenientes de otra PTAS, conforme a las medidas operacionales definidas por el Titular. En caso de que el evento no pueda ser contenido dentro del proceso y exista riesgo de alteración de la calidad del efluente descargado al río Arenas, se activará el protocolo de comunicación de riesgo del Plan Comunicacional, informando de manera oportuna a los usuarios y organizaciones ubicados aguas abajo y solicitando preventivamente suspender la captación, el contacto directo y los demás usos del agua hasta que la situación haya sido controlada. Se considerará especialmente a usuarios sin APR o que potencialmente pudieran recurrir al río frente a interrupciones de otras fuentes de abastecimiento. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan | Ante una emergencia que comprometa la operación normal de la PTAS o la calidad del efluente, se informará a la SMA mediante los mecanismos establecidos para el seguimiento de la RCA, incluyendo fecha, lugar, descripción, medidas adoptadas y registros. La comunicación comunitaria será activada en forma inmediata una vez constatada una condición que pueda afectar la calidad normal del efluente. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

| Riesgo: Carga orgánica superior a la carga de diseño de la PTAS | |
|---|---|
| descripción detallada | |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria

**Tabla 67. Plan de Contingencias y emergencias - Problemas en el flujo normal de la descarga de la PTAS**

| Riesgo: Problemas en el flujo normal de la descarga de la PTAS | |
|---|---|
| Fase del proyecto a la queaplica | Fase de construcción y operación. |
| Emplazamiento, parte, obra o acción asociada | Todas las partes, obras y acciones del proyecto |
| Acciones o medidas a implementar para prevenir la contingencia | Las cámaras anteriores al punto de descarga, las conducciones asociadas y el punto de descarga serán inspeccionados y mantenidos periódicamente con el objeto de evitar obstrucciones, apozamientos o acumulaciones que puedan dificultar el flujo normal del efluente. |
| Formas de control y seguimiento | **Forma de control y seguimiento de la contingencia:**<br>Se realizarán inspecciones periódicas de las instalaciones asociadas a la descarga.<br>**Forma de control y seguimiento de la emergencia:**<br>En caso de detectarse una anomalía se registrará su ubicación, características, causa aparente y las medidas implementadas para restablecer el flujo normal. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |
| Acciones o medida a implementar para controlar la emergencia | Ante una obstrucción, apozamiento u otra anomalía que afecte el flujo normal de la descarga, se adoptarán las acciones necesarias para restablecer las condiciones normales de funcionamiento. En caso de que la restricción de la descarga produzca acumulación de efluente al interior de la PTAS, se utilizará la capacidad operacional y de almacenamiento disponible mientras se soluciona la anomalía. Si producto de esta situación se genera o existe riesgo de generar una condición de caudal superior a la capacidad disponible de la PTAS, se aplicarán además las medidas establecidas para el riesgo "Caudal de ingreso superior al caudal de diseño de la PTAS". Cuando la anomalía pueda generar una descarga fuera de las condiciones normales de operación o pueda comprometer la calidad del río Arenas, se activará el protocolo de comunicación de riesgo a los usuarios ubicados aguas abajo, solicitando preventivamente suspender la captación, contacto directo y otros usos del agua hasta el término de la emergencia. |
| Oportunidad y vías de comunicación a la SMA de la activación del Plan | La emergencia será comunicada a la SMA mediante el sistema correspondiente, indicando fecha, lugar, descripción del evento, medidas adoptadas y registros. Cuando exista potencial afectación del cuerpo receptor, la comunicación a los usuarios aguas abajo se efectuará de forma inmediata conforme al Plan Comunicacional. Una vez restablecidas las condiciones normales se informará a los mismos destinatarios el término de la situación de emergencia. |
| Referencia a documentos del expediente de evaluación que contenga la descripción detallada | Acápite 5.1. del Plan de contingencias y emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) |

Fuente: Plan de contingencias y emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria

Por otra parte, a continuación se presenta el compromiso ambiental voluntario relacionado con el Plan Comunicacional

**Tabla 68. Compromiso Ambiental Voluntario - Plan comunicacional**

| Compromiso Ambiental Voluntario - Plan comunicacional | |
|---|---|
| Impacto asociado | Alteración a los sistemas de vida y costumbre de grupos humanos. |
| Fase del proyecto a la que aplica | Construcción y operación |
| Objetivo, descripción y justificación | Objetivo: Mantener un canal permanente de comunicación entre el Titular y las comunidades aledañas al Proyecto y disponer, durante la fase de operación, de un mecanismo de comunicación oportuna de contingencias que pudieran comprometer la calidad del agua del río Arenas o afectar temporalmente los usos realizados por la población aguas abajo.<br>Descripción: Se mantendrá información gráfica en el acceso al Proyecto, incorporando un número telefónico y correo electrónico mediante los cuales vecinos y organizaciones podrán formular consultas, sugerencias y/o reclamos. Adicionalmente, durante la operación se implementará un Protocolo de Comunicación de Riesgo, asociado al Catastro de Usos y Prácticas del río Arenas, mediante el cual se mantendrán canales de contacto con las viviendas, familias, usuarios y organizaciones comunitarias identificadas aguas abajo del punto de descarga, especialmente aquellas que no cuentan con APR o que puedan recurrir al río ante situaciones de interrupción de otras fuentes de abastecimiento.<br>Justificación: El Proyecto se emplaza próximo a sectores habitados y el levantamiento de medio humano ha identificado usos del río Arenas asociados, entre otros, a actividades domésticas, recreativas y de abrevadero. Por ello, resulta pertinente mantener mecanismos permanentes de información y establecer un procedimiento específico de comunicación preventiva ante eventos que pudieran alterar temporalmente las condiciones normales del cuerpo receptor. |
| Lugar, forma y oportunidad de implementación | Lugar: Área del Proyecto y sectores poblados identificados aguas abajo del punto de descarga conforme al Catastro de Usos y Prácticas del río Arenas.<br>Forma: Se instalará información del Proyecto en su acceso, incluyendo los canales de contacto del Titular. Se mantendrá además un registro de comunicaciones, consultas, reclamos y sugerencias. Para la fase de operación se dispondrá de un registro de contacto asociado al Catastro de Usos del río Arenas. La información personal levantada será manejada resguardando la confidencialidad de los vecinos, de manera que en el expediente ambiental público la identificación se efectúe mediante códigos o referencias generales cuando corresponda. Ante una contingencia que pueda comprometer la calidad normal del efluente o del cuerpo receptor —incluyendo utilización del bypass, alteraciones del proceso de tratamiento que puedan repercutir en el efluente o problemas relevantes en la descarga— se comunicará oportunamente la situación a los usuarios y organizaciones ubicados aguas abajo. La comunicación señalará, como mínimo, la naturaleza general del evento, su fecha de ocurrencia, la recomendación preventiva de suspender temporalmente la captación, contacto directo y demás usos del agua y, posteriormente, el término de la condición de emergencia.<br>Oportunidad: El mecanismo general de comunicación estará disponible durante las fases de construcción y operación. El protocolo de comunicación de riesgo estará operativo durante toda la fase de operación y se activará tan pronto como se constate una situación que pueda comprometer la calidad normal del efluente o del río Arenas. |
| Indicador que acredite su cumplimiento | Registro fotográfico de la información instalada en el acceso al Proyecto; registro de llamadas y correos electrónicos recibidos y emitidos; registro de reclamos, denuncias y/o sugerencias; registro actualizado de los canales de contacto considerados para la comunicación de riesgo; y, cuando se active el protocolo, registro de la fecha y hora de comunicación, medio utilizado, destinatarios y contenido general de la alerta y de la comunicación de cierre de la emergencia. |

| Compromiso Ambiental Voluntario - Plan comunicacional | |
|---|---|
| Forma de control y seguimiento | Se mantendrán respaldos de las comunicaciones efectuadas y de los registros asociados al Plan Comunicacional. Ante la activación del protocolo de comunicación de riesgo, se conservarán los antecedentes que permitan verificar la oportunidad de la alerta y su posterior cierre. El registro utilizado para contactar a usuarios y organizaciones aguas abajo será complementado a partir de los antecedentes obtenidos en el Catastro de Usos y Prácticas del río Arenas, resguardando los datos personales de los entrevistados. |

Fuente: Ficha resumen, Anexo 1 de la Adenda Complementaria

**6.26. En caso de identificarse usos actuales o potenciales del Río Arenas, Estero Chávez o cursos de agua asociados para consumo humano u otros usos esenciales, se solicita al Titular evaluar los potenciales efectos de la descarga del Proyecto sobre la calidad del agua, su aptitud para dichos usos y el abastecimiento de la población, considerando al menos condiciones de operación normal, variaciones de caudal y estiaje, así como eventuales contingencias o fallas del sistema de tratamiento.**

**Asimismo, deberá establecer, según corresponda, las medidas de prevención, contingencia y seguimiento asociadas a los receptores potencialmente expuestos.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se complementa la evaluación considerando los usos actuales y potenciales identificados para el río Arenas y los antecedentes incorporados en la respuesta a la observación 6.25 y en el Catastro de Usos y Prácticas actualizado, presentado en el Anexo 4.1 de la Adenda Complementaria.

El levantamiento realizado en los sectores ubicados aguas abajo del punto de descarga permitió identificar usos del río asociados principalmente a actividades domésticas no destinadas al consumo humano, recreación y bebida animal. Asimismo, se identificaron viviendas emplazadas tanto dentro como fuera del territorio operacional del sistema de APR. Sin embargo, entre los hogares entrevistados no se identificó utilización del río Arenas para bebida o preparación de alimentos ni se reconocieron puntos de captación superficial destinados al consumo humano. Las fuentes identificadas para abastecimiento humano corresponden principalmente a sistemas APR abastecidos mediante aguas subterráneas, pozos particulares y, en determinados casos, camiones aljibe.

En consecuencia, sobre la base de los antecedentes actualmente verificados, no se identifica una vía mediante la cual la descarga superficial del Proyecto pueda afectar directamente el abastecimiento de agua potable de la población, toda vez que el río Arenas no fue identificado como fuente habitual ni de contingencia para consumo humano de las viviendas caracterizadas. Lo anterior no implica desconocer la existencia de otros usos del cauce ni la eventual posibilidad de que determinados

usuarios recurran temporalmente a éste ante situaciones extraordinarias de interrupción de sus fuentes habituales, razón por la cual dichos usuarios han sido expresamente considerados en las medidas de prevención y comunicación incorporadas durante la evaluación.

Para la condición de operación normal, el Proyecto considera la descarga del efluente tratado al río Arenas y el seguimiento de la calidad del cuerpo receptor. Atendiendo específicamente a los usos recreativos con contacto directo identificados, se incorporó al seguimiento la evaluación de los parámetros Color, pH y Coliformes Fecales, cuyos resultados serán contrastados con los valores establecidos en el D.S. N°143/2008 para aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo.

Adicionalmente, el Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales contempla el monitoreo de la calidad del agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas mediante ocho estaciones de control, distribuidas aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, abarcando desde aproximadamente 100 m aguas arriba hasta 2.150 m aguas abajo. Ello permite cubrir la totalidad del tramo evaluado, considerando que la modelación determinó una extensión máxima de influencia del orden de 2.040 m aguas abajo, asociada al nitrógeno total.

Respecto de las variaciones de caudal, se reconoce que la condición de estiaje corresponde al escenario de menor capacidad de dilución del río Arenas. La evaluación considera un caudal de estiaje bajo condición de cambio climático de 0,024 $m^3/s$, frente a un caudal máximo horario de descarga de la PTAS de 0,04133 $m^3/s$, de manera que bajo esta condición el aporte relativo del efluente aumenta respecto de escenarios de mayor caudal. Precisamente por ello, la condición de estiaje fue incorporada dentro de la evaluación del cuerpo receptor y corresponde a uno de los escenarios relevantes para determinar la extensión de las modificaciones atribuibles al Proyecto.

Por lo anterior, para los usos no potables identificados —domésticos, recreativos y pecuarios— la evaluación no se limita al cumplimiento de la norma de emisión del efluente, sino que incorpora la evolución de la calidad del cuerpo receptor aguas abajo y un seguimiento durante la operación que permitirá verificar que las condiciones fisicoquímicas y biológicas se mantengan dentro de aquellas consideradas durante la evaluación.

En cuanto a escenarios de contingencia o fallas del sistema de tratamiento, éstos ya fueron complementados en el Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria), considerando expresamente su eventual incidencia sobre los usuarios ubicados aguas abajo. Los escenarios y medidas aplicables se resumen a continuación:

**Tabla 69. Escenarios de contingencia y medidas de protección de usuarios aguas abajo.**

| Escenario ya incorporado | Medidas de prevención y control comprometidas | Protección de usuarios aguas abajo |
|---|---|---|
| Caudal de ingreso superior al caudal de diseño de la PTAS | Sistemas de ecualización para amortiguar variaciones de caudal; control del caudal afluente, nivel de estanques ecualizadores, biomasa y líneas de recirculación. El bypass se considera únicamente como mecanismo excepcional cuando la capacidad de ecualización y las medidas operacionales no permitan manejar el caudal afluente. | Si el evento puede comprometer la calidad normal del efluente o requiere utilización del bypass, se activa el Protocolo de Comunicación de Riesgo, solicitando preventivamente suspender captación, contacto directo y demás usos del río mientras dure la emergencia. |
| Carga orgánica superior a la carga de diseño de la PTAS | Control de las características del afluente y parámetros operacionales; aumento de frecuencia de control ante condiciones anormales; ajustes operacionales del proceso biológico y, cuando corresponda, medidas para recuperar las condiciones normales de tratamiento. | Si existe riesgo de alteración de la calidad del efluente, se informa a usuarios y organizaciones aguas abajo y se solicita preventivamente suspender los usos del agua hasta controlar la situación. |
| Problemas en el flujo normal de la descarga | Inspección y mantención periódica de cámaras, conducciones y punto de descarga para evitar obstrucciones, apozamientos o acumulaciones. Ante una anomalía se adoptan medidas para restablecer el flujo normal. | Cuando la anomalía pueda producir una descarga fuera de las condiciones normales o comprometer la calidad del río Arenas, se activa el protocolo de comunicación a usuarios aguas abajo. |

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Contingencias y Emergencias, Anexo 3 de la Adenda Complementaria.

Estas medidas corresponden a antecedentes ya incorporados en el Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria).

En todos estos escenarios, el Protocolo de Comunicación de Riesgo del CAV "Plan Comunicacional" considera expresamente a las viviendas, familias, usuarios y organizaciones comunitarias identificados aguas abajo del punto de descarga, otorgando especial consideración a quienes no cuentan con APR o que pudieran recurrir al río durante interrupciones de otras fuentes de abastecimiento, períodos de estiaje o situaciones de escasez hídrica. Cuando se constate una condición que pueda comprometer la calidad normal del efluente o del río, la comunicación solicitará preventivamente suspender temporalmente la captación, el contacto directo y los demás usos del agua, informándose posteriormente el término de la condición de emergencia.

La implementación de dicho mecanismo será verificable mediante el registro actualizado de canales de contacto, comunicaciones emitidas y recibidas, reclamos y sugerencias y, cuando el protocolo sea activado, mediante el registro de fecha y hora, medio utilizado, destinatarios y contenido general de la alerta y de su posterior comunicación de cierre.

De esta manera, las medidas asociadas a los receptores potencialmente expuestos se estructuran sobre tres niveles ya incorporados en el expediente: i) prevención operacional, mediante el control del proceso de tratamiento, sistemas de ecualización e inspección de las obras de descarga; ii) seguimiento ambiental, mediante el monitoreo de la calidad del río Arenas y de sus comunidades acuáticas aguas arriba y aguas abajo de la descarga, incluyendo parámetros vinculados a los usos recreativos identificados; y iii) gestión de contingencias y comunicación preventiva, mediante la activación del protocolo dirigido a los usuarios identificados aguas abajo cuando exista una situación susceptible de comprometer temporalmente la calidad del agua.

Por lo anterior, considerando que no se identificó el río Arenas como fuente de abastecimiento para consumo humano de los hogares caracterizados, no se prevé una afectación directa al suministro de agua potable de la población. Respecto de los usos domésticos no potables, recreativos y pecuarios efectivamente identificados, éstos quedan abordados mediante la evaluación y seguimiento de la calidad del cuerpo receptor y, frente a contingencias que puedan alterar temporalmente sus condiciones normales, mediante las medidas preventivas y de comunicación ya incorporadas en el Plan de Contingencias y Emergencias y en el CAV "Plan Comunicacional", sin incorporarse mediante la presente respuesta nuevos compromisos distintos de aquellos ya establecidos en la Adenda Complementaria.

**6.27. Sobre Observación 63, se responde de manera parcial, ya que orienta la respuesta a patógenos y vectores, sin embargo, no aclara al observante respecto de lodos y residuos de tratamiento que podrían originar la presencia de estos organismos. Se solicita ampliar la respuesta y referirse a la preocupación de la ciudadanía.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se complementa la respuesta entregada previamente, abordando específicamente la preocupación de la ciudadanía respecto de los lodos y residuos generados durante el tratamiento de las aguas servidas y su eventual relación con la proliferación de vectores, bacterias, hongos u otros organismos.

Durante la operación de la PTAS se generarán, entre otros, residuos provenientes del pretratamiento y lodos derivados del proceso de tratamiento. Estos residuos cuentan con condiciones específicas de manejo, almacenamiento, retiro y disposición final destinadas a evitar su acumulación prolongada al interior de las instalaciones.

Respecto de los residuos provenientes del pretratamiento, éstos serán almacenados en contenedores y retirados en función de su generación, estimándose una frecuencia de retiro de aproximadamente una vez por semana durante la operación de la planta. Su retiro, transporte y disposición final será

efectuado mediante un gestor autorizado, contemplándose su disposición en una instalación autorizada. Asimismo, el lavado de los contenedores se efectuará en un sector con piso impermeabilizado, evitando derrames fuera del área destinada para dicha actividad.

En cuanto a los lodos generados por la PTAS, los cuales son estabilizados e higienizados durante el proceso de tratamiento, de acuerdo con lo establecido en el D.S. N° 4/2009, serán sometidos a un proceso de deshidratación mediante filtro prensa, el cual se realizará al interior de un recinto cerrado que contará con un sistema de tratamiento de olores en base a carbón activado. Una vez deshidratados, los lodos serán dispuestos en contenedores destinados para su manejo, en los cuales se adicionará cal con el objeto de obtener lodos con características Clase B, conforme a lo establecido en el citado decreto.

Asimismo, se contempla evitar su acumulación prolongada en la PTAS mediante su retiro periódico. Para ello, los lodos estabilizados, deshidratados e higienizados serán almacenados temporalmente en contenedores tipo ampliroll, los cuales permanecerán cerrados o debidamente cubiertos durante su permanencia en la planta y durante el transporte externo.

El Plan de Gestión de Olores actualizado establece además el retiro semanal de los lodos mediante gestores autorizados, la verificación del estado de los contenedores y de sus sistemas de cierre antes del despacho, el confinamiento de la carga durante el transporte, la limpieza inmediata frente a derrames o pérdidas de material y el mantenimiento de registros que permitan acreditar la trazabilidad de cada retiro, incluyendo fecha, cantidad estimada y destino final.

Por tanto, tanto los residuos de pretratamiento como los lodos cuentan con medidas orientadas a impedir que permanezcan expuestos o acumulados durante períodos prolongados, condición relevante para evitar que estos materiales constituyan focos asociados a la presencia de vectores u otras condiciones sanitarias no deseadas.

Adicionalmente, el Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) contempla específicamente medidas frente a la eventual presencia o proliferación de vectores asociada a residuos generados por la PTAS. Para ello, los residuos no peligrosos se mantendrán almacenados en contenedores y serán retirados periódicamente hacia sitios de disposición final autorizados. Respecto de los lodos, se contempla su retiro una vez deshidratados y encalados, evitando su acumulación en las instalaciones. Como forma de control y seguimiento, se mantendrán registros de los servicios de control de vectores implementados y registros de retiro de residuos.

En caso de que se presente un episodio asociado a vectores en los contenedores de pretratamiento, se contempla el retiro del contenedor y la fumigación del sector afectado. Asimismo, en caso de presentarse un evento de proliferación de bacterias, hongos o algas, se procederá a la desinfección

de los sectores involucrados, manteniéndose los correspondientes registros de las acciones ejecutadas.

Por otra parte, para el riesgo de derrame de lodos, el Plan de Contingencias y Emergencias establece el manejo adecuado de éstos durante las operaciones de deshidratación, almacenamiento y carga. Los equipos asociados a la línea de lodos serán objeto de mantenciones conforme a las frecuencias establecidas para su operación y se mantendrán registros del retiro de los residuos generados. En caso de derrame durante el manejo o carga, se contempla aislar el sector, retirar y limpiar el material mediante herramientas o maquinaria adecuada y, cuando corresponda, implementar medidas para evitar la extensión del derrame.

De esta manera, se precisa que la preocupación planteada por la ciudadanía respecto de los lodos y residuos del tratamiento se encuentra abordada mediante medidas específicas para evitar su acumulación y exposición, incluyendo almacenamiento en contenedores, deshidratación y encalado de lodos, retiro periódico, transporte mediante gestores autorizados, trazabilidad de los residuos y medidas de contingencia frente a presencia de vectores, proliferación de microorganismos o derrames.

En consecuencia, la prevención de la presencia de vectores y de condiciones sanitarias asociadas a los residuos no se sustenta únicamente en medidas generales de control de patógenos, sino también en el manejo operacional específico de los lodos y residuos generados por la PTAS, conforme a los antecedentes ya incorporados en el Plan de Gestión de Olores, el Plan de Contingencias y Emergencias y demás documentos del expediente, sin incorporarse mediante la presente respuesta nuevos compromisos distintos de aquellos previamente establecidos.

**6.28. De la revisión a las respuestas relacionadas al tema, se señala que existen residentes que utilizan las aguas del río para "uso diario". Respecto de lo anterior el Titular solo enfoca las respuestas hacia la identificación del cauce, el Humedal La Vara y la calidad ambiental en general. Se reitera evaluar el efecto sobre la comunidad que utiliza las aguas y cómo el proyecto podría incidir en ellos.**

**Se complementa la solicitud anterior considerando la respuesta del Titular a:**

**La observación 264 (Tomo III), en la cual se señala de manera general que se incorporó un Catastro de Usos del Río, no acreditando el análisis específico de consumo humano y los riesgos sanitarios asociados a la descarga.**

**La respuesta a la observación N°316 (tomo IV), que señala expresamente la existencia de aproximadamente 18 viviendas cuyos habitantes utilizarían el cauce receptor para consumo humano y riego, debido a la falta de acceso al APR, señalando textual: "Para consumo humano, se indica que el cauce del Río Arenas, en su situación base previo a la instalación del proyecto no constituye una fuente de agua potable para su consumo. Las aguas de los APR del sector son extraídas de pozos profundos, los cuales no se ven afectados por la descarga superficial".**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se complementa y precisa la respuesta entregada previamente, considerando los resultados del Catastro de Usos y Prácticas del río Arenas actualizado, presentado en el Anexo 4.1 de la Adenda Complementaria, el cual incorpora información primaria obtenida directamente en viviendas emplazadas aguas abajo del punto de descarga del Proyecto.

El levantamiento contempló la visita de 28 puntos correspondientes a viviendas localizadas principalmente en los sectores de Pasaje Llanadita, Pasaje Don Justo y Calle Río Cisnes. En 11 de estos puntos fue posible aplicar entrevistas directamente a moradores, mientras que en los restantes no fue posible obtener información primaria debido principalmente a ausencia de personas, negativa a participar o restricciones de acceso.

Los resultados de las entrevistas permitieron identificar usos asociados al río Arenas de carácter doméstico no potable, recreativo y pecuario, incluyendo lavado de ropa y loza, actividades de baño o recreación y utilización del agua como bebedero para animales. Sin embargo, en ninguna de las entrevistas realizadas se identificó el uso del río Arenas para bebida o preparación de alimentos, ni se reconocieron puntos de captación superficial destinados al consumo humano.

Por lo anterior, se rectifica y precisa la información presentada previamente: los antecedentes actualmente disponibles no permiten acreditar que las aproximadamente 18 viviendas señaladas anteriormente utilicen el río Arenas como fuente de agua para consumo humano. Por el contrario, el levantamiento actualizado permite establecer que las fuentes identificadas para abastecimiento humano corresponden principalmente al sistema APR abastecido mediante aguas subterráneas, pozos particulares y, en determinados casos, camiones aljibe.

El Proyecto reconoce que determinadas viviendas utilizan sus aguas para actividades domésticas no potables, recreación y bebida de animales, por lo que existe una vía de interacción entre la comunidad y el cuerpo receptor que ha sido incorporada en la evaluación ambiental.

En este sentido, durante la operación normal del Proyecto, el efluente será sometido al proceso de tratamiento definido para la PTAS previo a su descarga al río Arenas. Asimismo, atendiendo específicamente a los usos con contacto directo identificados durante el levantamiento, se incorporó el seguimiento de los parámetros Color, pH y Coliformes Fecales, cuyos resultados serán contrastados con los valores establecidos en el D.S. N°143/2008 para aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo.

Adicionalmente, el Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales contempla el monitoreo de la calidad del agua y de las comunidades limnológicas del río Arenas mediante estaciones localizadas aguas arriba, en el sector de descarga y aguas abajo, permitiendo verificar durante la operación las condiciones del cuerpo receptor en el tramo donde podrían producirse modificaciones asociadas al Proyecto.

En consecuencia, respecto de la comunidad que utiliza las aguas del río, se distingue entre el abastecimiento para consumo humano, para el cual no se identificó dependencia respecto del río Arenas, y los usos domésticos no potables, recreativos y pecuarios, los cuales sí fueron constatados y se encuentran considerados dentro de las medidas de seguimiento del cuerpo receptor.

Asimismo, frente a contingencias o fallas que puedan comprometer temporalmente la calidad normal del efluente o del río Arenas, el Plan de Contingencias y Emergencias (Anexo 3 de la Adenda Complementaria) y el CAV "Plan Comunicacional" (Ficha Resumen, Anexo 1 de la Adenda Complementaria) contemplan la activación de un Protocolo de Comunicación de Riesgo dirigido a los usuarios y organizaciones ubicados aguas abajo. En dichos casos se informará la situación y se recomendará preventivamente suspender temporalmente la captación, contacto directo y demás usos del agua mientras se mantenga la condición de emergencia, comunicándose posteriormente su término.

Este mecanismo considera especialmente a las viviendas ubicadas fuera del territorio operacional del

APR y a aquellos usuarios que eventualmente pudieran recurrir al río ante interrupciones de otras fuentes de abastecimiento, períodos de escasez hídrica o condiciones de estiaje.

De esta manera, la incidencia del Proyecto sobre la comunidad que mantiene una relación cotidiana con el río Arenas se aborda diferenciando los usos efectivamente constatados, incorporando seguimiento de la calidad del cuerpo receptor y mecanismos preventivos de comunicación frente a situaciones excepcionales. Por lo anterior, se rectifica la referencia previa a la existencia de aproximadamente 18 viviendas que utilizarían el río para consumo humano, precisándose que dicho uso no fue corroborado mediante el levantamiento actualizado, manteniéndose no obstante la consideración y protección de los restantes usos del cauce identificados en terreno.

**Sobre Calidad del Aire**

**6.29. Sobre Observación 49, el Titular responde de manera parcial, ya que no presenta antecedentes referidos a descartar la contaminación ambiental por los motores de combustión de camiones y contaminación acústica, a partir de la ejecución del proyecto. Se reitera esta observación.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se complementa la respuesta presentada previamente, abordando específicamente las emisiones atmosféricas provenientes de los motores de combustión de camiones y maquinaria, así como las emisiones acústicas asociadas a su utilización durante la ejecución del Proyecto.

En relación con la calidad del aire, las emisiones generadas por los motores de combustión de camiones, vehículos y maquinaria sí fueron incorporadas en la estimación de emisiones atmosféricas presentada en el Anexo 4.2 de la Adenda. El inventario considera tanto las emisiones de material particulado asociadas al tránsito y operación de maquinaria como los contaminantes producto de la combustión de motores, incluyendo MP10, MP2,5, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

Para la fase de construcción, las emisiones máximas estimadas corresponden aproximadamente a 0,82 t/año de MP10, 0,16 t/año de MP2,5, 0,63 t/año de CO, 1,29 t/año de NOx, 0,04 t/año de SOx y 0,11 t/año de COV, dependiendo del año de ejecución considerado. Por lo tanto, la evaluación atmosférica no se limitó a las emisiones producto del movimiento de tierra, sino que incorporó expresamente las emisiones generadas por la combustión de los motores de maquinaria y vehículos.

Considerando conjuntamente las fases de construcción y operación, el escenario de mayor emisión de material particulado corresponde al año 6 del Proyecto, en el cual se desarrolla la construcción de

una nueva subfase de manera simultánea con la operación de la etapa precedente. Para dicho escenario se estiman emisiones totales de 1,08 t/año de MP10 y 0,19 t/año de MP2,5.

Sobre la base del escenario de mayor emisión se efectuó la modelación de dispersión atmosférica, considerando las condiciones topográficas y meteorológicas del área mediante la información utilizada en el modelo correspondiente. Los resultados presentados en el Informe de Modelación de Emisiones Atmosféricas permiten concluir que los aportes del Proyecto presentan una magnitud que no determina superaciones de las normas de calidad del aire consideradas para MP10 y MP2,5 en los receptores evaluados.

Adicionalmente, durante la fase de construcción se encuentra comprometido el uso exclusivo de maquinaria con tecnología de emisiones de al menos Stage IIIA, en concordancia con la tecnología considerada para la estimación de emisiones. Para acreditar esta condición se mantendrá la documentación técnica correspondiente a la maquinaria utilizada, cuyas fichas técnicas se presentan en el Anexo 2.3 de la Adenda Complementaria, conforme al CAV incorporado durante la evaluación. Lo anterior permite asegurar que las características de emisión consideradas en los cálculos sean concordantes con los equipos efectivamente utilizados durante las faenas.

Respecto de la contaminación acústica asociada a camiones y maquinaria pesada, estas fuentes fueron incorporadas expresamente en el Informe de Ruido y Vibraciones del Anexo 4.1 de la Adenda. La evaluación considera, entre otros equipos, retroexcavadoras, camiones tolva, camiones mixer, camiones grúa, camiones aljibe, equipos de compactación, vehículos y demás maquinaria utilizada durante las actividades de construcción, así como el tránsito asociado a las obras.

Para la construcción de la Subfase 1 se proyectan niveles de 54 dB(A) en R1, 49 dB(A) en R2, 45 dB(A) en R3 y 42 dB(A) en R4, todos inferiores a los límites máximos permisibles aplicables según el D.S. N°38/2011. Asimismo, para el escenario de solapamiento correspondiente a la construcción de la Subfase 4 con la operación de las subfases precedentes, se proyectan niveles de 52 dB(A), 49 dB(A), 45 dB(A) y 42 dB(A), respectivamente, verificándose igualmente cumplimiento normativo. Considerando el margen de cumplimiento obtenido para el receptor R1, el Proyecto.

Por lo tanto, las molestias acústicas asociadas al funcionamiento y desplazamiento de maquinaria pesada no fueron excluidas de la evaluación, sino que forman parte de los escenarios acústicos modelados, incluyendo la operación simultánea de las fuentes previstas para las actividades de mayor emisión.

En consecuencia, las emisiones atmosféricas provenientes de los motores de combustión de camiones y maquinaria se encuentran cuantificadas en la estimación de emisiones y consideradas dentro de la evaluación de calidad del aire, mientras que el ruido producido por estos mismos equipos fue

incorporado en la evaluación acústica de los escenarios de construcción. Los resultados presentados permiten descartar que estas fuentes generen niveles de contaminación atmosférica o acústica capaces de configurar una afectación significativa sobre la población, considerando las condiciones y medidas ya incorporadas al Proyecto.

**Sobre el sistema de tratamiento de las aguas servidas**

**6.30. Sobre Observación 185, la respuesta no contiene la información suficiente y necesaria para aclarar lo consultado. Inicialmente, el Titular señala una cantidad de lodos deshidratados de 62 t/año, mientras que para la subfase 1, la generación "es proporcionalmente menor", sin precisar la cantidad solicitada por el observante.**

**Respuesta:**

Se acoge la observación. Al respecto, se aclara y precisa la cantidad de lodos generados durante la operación de la Subfase 1, rectificando la referencia anterior en que únicamente se señaló que dicha generación sería "proporcionalmente menor".

La PTAS será implementada de manera modular. La Subfase 1 corresponde a la etapa inicial del Proyecto y considera un caudal medio de diseño de 2 L/s, mientras que las ampliaciones posteriores corresponden a módulos de mayor capacidad. En consecuencia, la producción de lodos de la primera subfase fue calculada específicamente de acuerdo con las condiciones de diseño correspondientes a dicha etapa y no mediante una simple proporción respecto de las etapas posteriores.

Para la Subfase 1, los antecedentes de diseño contenidos en la Memoria de Proceso (Anexo 2.1 de la Adenda Complementaria) establecen un flujo de lodo a deshidratar de aproximadamente 468 kg de materia seca por día, considerando una operación del sistema de deshidratación de 5 días por semana. Lo anterior corresponde a una generación estimada de 24 toneladas de materia seca por año (ton/año).

El sistema de deshidratación corresponde a un filtro prensa con una tasa de captura mínima de 95%, considerándose una concentración final del lodo deshidratado del 38% de sólidos. Bajo estas condiciones, la producción correspondiente a la Subfase 1 equivale aproximadamente a 62 m³/año de lodo deshidratado.

Por lo anterior, se aclara que el valor de 62 ton/año señalado en otros apartados del expediente no corresponde a la generación de la Subfase 1, sino al valor de diseño asociado a los módulos de 4 L/s considerados para las subfases posteriores. La generación específica de la primera subfase corresponde a los valores indicados anteriormente.

Una vez deshidratado, el lodo será sometido al proceso de higienización mediante adición de cal,

conforme a lo establecido para obtener la condición de lodo Clase B de acuerdo con el D.S. N°4/2009. Posteriormente será manejado, almacenado temporalmente y retirado conforme a las condiciones ya descritas en el expediente para la operación de la PTAS.

# VII. Otras consideraciones

## 7.1. Solicitud de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación que acompaña al proyecto dentro de la evaluación de impacto ambiental.

**El siguiente apartado tiene por objetivo aclarar, rectificar o ampliar la geoinformación que acompaña al proyecto dentro de la evaluación de impacto ambiental, y es solicitada con el objetivo de ser incorporada en el "Mapa de ubicación del proyecto" para facilitar el proceso de evaluación de impacto ambiental.**

**Esta solicitud se enmarca en lo indicado por el SEA a través del Instructivo para la utilización de la geoinformación en el proceso de evaluación de impacto ambiental, o el que lo reemplace, publicado el 18 de marzo del año 2025 en el centro de documentación del SEA.**

**La solicitud de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación que acompaña al proyecto puede estar originada por la identificación de diferencias en los formatos de la información espacial entregada por el titular, siendo no compatibles con el "Mapa de ubicación del proyecto", la ausencia de estos o inconsistencias con lo presentado en el EIA o DIA. Recomendamos el uso del Manual para la utilización de la geoinformación en el proceso de evaluación de impacto ambiental, o el que lo reemplace, disponible en la página web del SEA, junto con la aplicación de las observaciones listadas a continuación:**

**Solicitud de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación de partes, obras y acciones del proyecto.**

| Nombre de la capa | Observación |
|---|---|
| 2.6.2 Ruta Aplicación Supresor de Polvo.zip | El shapefile no se encuentra comprimido directamente en el .zip, presentando carpetas intermedias que impiden su lectura |

**Solicitud de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación de las áreas de influencia del proyecto.**

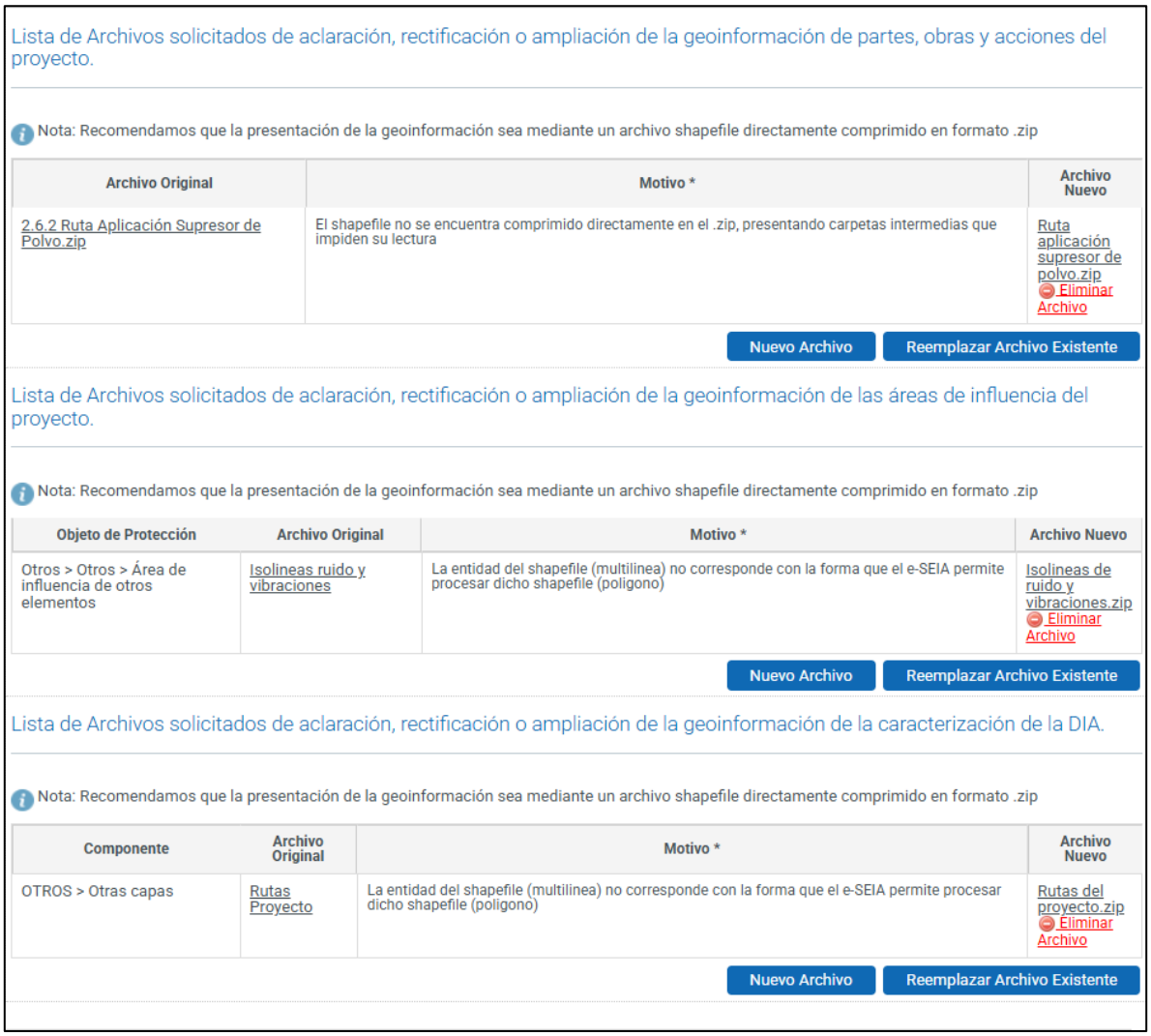
| Objeto de protección | Nombre de la capa | Observación |
|---|---|---|
| Otros > Otros > Área de influencia de otros elementos | Isolineas ruido y vibraciones | La entidad del shapefile (multilinea) no corresponde con la forma que el e-SEIA permite procesar dicho shapefile (poligono) |

**Solicitud de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación de la caracterización de la DIA.**

| Componente ambiental | Nombre de la capa | Observación |
|---|---|---|
| **OTROS > Otras capas** | **Rutas Proyecto** | **La entidad del shapefile (multilinea) no corresponde con la forma que el e-SEIA permite procesar dicho shapefile (poligono)** |

**Respuesta:**

Se acoge lo solicitado por la Autoridad. En ese sentido, se informa que, de acuerdo con lo establecido en el Instructivo para la Utilización de la Geoinformación en el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, se han incorporado los archivos identificados en la tabla presentada por la Autoridad al momento de realizar la carga de la geoinformación en la plataforma, tal como se muestra a continuación.



Lista de Archivos solicitados de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación de partes, obras y acciones del proyecto.

Nota: Recomendamos que la presentación de la geoinformación sea mediante un archivo shapefile directamente comprimido en formato .zip

| Archivo Original | Motivo * | Archivo Nuevo |
|---|---|---|
| 2.6.2 Ruta Aplicación Supresor de Polvo.zip | El shapefile no se encuentra comprimido directamente en el .zip, presentando carpetas intermedias que impiden su lectura | Ruta aplicación supresor de polvo.zip Eliminar Archivo |

Nuevo Archivo | Reemplazar Archivo Existente

Lista de Archivos solicitados de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación de las áreas de influencia del proyecto.

Nota: Recomendamos que la presentación de la geoinformación sea mediante un archivo shapefile directamente comprimido en formato .zip

| Objeto de Protección | Archivo Original | Motivo * | Archivo Nuevo |
|---|---|---|---|
| Otros > Otros > Área de influencia de otros elementos | Isolineas ruido y vibraciones | La entidad del shapefile (multilinea) no corresponde con la forma que el e-SEIA permite procesar dicho shapefile (polígono) | Isolineas de ruido y vibraciones.zip Eliminar Archivo |

Nuevo Archivo | Reemplazar Archivo Existente

Lista de Archivos solicitados de aclaración, rectificación o ampliación de la geoinformación de la caracterización de la DIA.

Nota: Recomendamos que la presentación de la geoinformación sea mediante un archivo shapefile directamente comprimido en formato .zip

| Componente | Archivo Original | Motivo * | Archivo Nuevo |
|---|---|---|---|
| OTROS > Otras capas | Rutas Proyecto | La entidad del shapefile (multilinea) no corresponde con la forma que el e-SEIA permite procesar dicho shapefile (polígono) | Rutas del proyecto.zip Eliminar Archivo |

Nuevo Archivo | Reemplazar Archivo Existente

**Figura 46. Carga de archivos de geoinformación**

Fuente: Plataforma SEIA

**7.2. Se sugiere al titular considerar las siguientes recomendaciones:**

**En respuesta a la observación 1.41, el Titular informa que los excedentes de excavación serán manejados mediante un gestor autorizado y dispuestos en una instalación debidamente autorizada. Sin perjuicio de lo anterior, se recomienda evaluar alternativas de reutilización o valorización de dichos materiales, en concordancia con el principio de jerarquía en el manejo de residuos establecido en el artículo 2 letra d) de la Ley N°20.920, así como lo establecido por el propio Titular en el Plan de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD), informados en respuesta observación 1.42, literal d), página 98 de la Adenda.**

**Respuesta:**

Se aclara que el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), presentado en respuesta a la observación 1.42 de la Adenda, incorpora dentro de sus criterios de gestión la jerarquía en el manejo de residuos, considerando la separación en origen, la valorización de aquellos materiales que presenten condiciones para ello y la disposición final autorizada de los residuos que no puedan ser valorizados.

En particular, respecto de los excedentes de excavación consultados en la observación 1.41, durante la evaluación se identificó la fracción de material que no será reutilizada dentro de las obras del Proyecto, la cual será manejada como residuo no peligroso mediante retiro por un gestor autorizado y disposición en una instalación debidamente autorizada.

Por tanto, el manejo señalado para estos excedentes corresponde específicamente a la fracción no reutilizable dentro del Proyecto, sin perjuicio de que el Plan de Gestión de RCD establece, como criterio general, la aplicación de la jerarquía de manejo para los residuos generados durante la construcción. En este sentido, aquellos materiales que, atendidas sus características y las alternativas efectivamente disponibles, puedan ser objeto de reutilización o valorización, se enmarcan dentro de los criterios generales establecidos en dicho Plan.

Para aquellos excedentes respecto de los cuales no resulte aplicable una alternativa de reutilización o valorización, se mantiene lo señalado en la Adenda, correspondiente a su retiro mediante gestor autorizado y disposición final en una instalación que cuente con las autorizaciones correspondientes, asegurando además su trazabilidad mediante los registros contemplados en el Plan de Gestión de RCD.

De esta manera, se tiene presente la recomendación formulada, manteniéndose la gestión de los excedentes de excavación en concordancia con los criterios ya incorporados en el Plan de Gestión de RCD y con el principio de jerarquía en el manejo de residuos, sin modificar las condiciones de manejo

previamente informadas para los materiales no reutilizables.

### 7.3. Sobre Observaciones de los OAECAs no consideradas en el ICSARA al Adenda

De acuerdo con el Artículo 35 del reglamento del SEIA D.S. N°40, el cual indica lo siguiente:

> *Artículo 35.- Pronunciamientos sectoriales para la evaluación*
>
> *Los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental que participen en la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental deberán informar dentro del plazo máximo de treinta días, contados desde la solicitud.*
>
> *Dichos informes deberán pronunciarse exclusivamente en el ámbito de sus competencias, indicando fundadamente si el proyecto o actividad cumple con la normativa de carácter ambiental, incluidos los permisos ambientales sectoriales, si corresponde, así como si las medidas propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental se hacen cargo adecuadamente de los efectos, características y circunstancias establecidas en el artículo 11 de la Ley.*
>
> *De ser necesario, se solicitarán las aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones que se estimen pertinentes. Esta solicitud deberá ser clara, precisa y estar debidamente fundada, indicando la relevancia de la solicitud para la evaluación ambiental del proyecto o actividad y la metodología a utilizar, si corresponde.*
>
> *Sin perjuicio de lo anterior, en el caso que algún órgano de la Administración del Estado competente considere que el Estudio carece de información relevante o esencial para su evaluación que no pudiese ser subsanada mediante aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones, así deberá señalarlo tan pronto le sea requerido el informe, indicando fundadamente, y en términos inequívocos y precisos, la falta de información de que adolece la presentación y su carácter relevante o esencial para la evaluación.*

En este sentido las siguientes observaciones corresponden a las que no fueron consideradas en el proceso de evaluación ambiental por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en atención a que no se remiten estrictamente a las materias que le competen al Órgano de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA) que la emitió.

| Tabla 7.3. Observaciones no consideradas en el proceso de evaluación, con relación al Adenda | |
|---|---|
| **Observaciones que no fueron consideradas en atención a que no cumplen con el requisito de ser claras, precisas y fundadas** | |
| • *El titular "rectifica la redacción del numeral 7.2 del Informe Agrológico presentado en la DIA", describiendo los criterios de definición de las Unidades Homogéneas de Suelo* | Ord. N°911, SAG de fecha |

| | |
|---|---|
| *(UHS), las que "no fueron diferenciadas exclusivamente sobre la base de la distribución de las calicatas, sino mediante la integración de antecedentes cartográficos, fotointerpretación, uso actual, reconocimiento en terreno, condición del perfil pedológico y criterios agrológicos".* | 12/8/2026 |
| **Observaciones que no fueron consideradas por estar tal información en la DIA o Adenda** | |
| • *"Respecto de la observación levantada en ORD.N° 1169/2025, que indica "En el numeral 1.2. el titular señala "El proyecto no se desarrollará por etapas según lo considerado en el Artículo 14 del D.S. Nº40/2012, considerando solo una fase constructiva.". Sin embargo, en el numeral 1.1 se describe "Esta planta se irá construyendo de manera modular según la proyección de demanda en 4 subfases ...",.*<br>• *El titular no responde la observación hecha por este servicio.* | Ord. N°911, SAG de fecha 12/8/2026 |
| • *"…se reitera aclarar si dichas obras de conducción corresponden a un proyecto existente; si están siendo evaluadas por otro proyecto, o si el proyecto corresponde a un proyecto por etapas."* | Ord. N°1765, DGA de fecha 13/8/2026 |
| **Observaciones que no fueron consideradas por el Principio de Proporcionalidad, relevancia y Principio de Pertinencia: exceder al ámbito de la evaluación ambiental especifica del proyecto en esta etapa (Adenda)** | |
| • *"En relación a la observación 1.40, el Titular informa respecto de la composición general del material retenido por el tamiz rotatorio, entre los componentes señala "basura" como una de las partes de dicho residuo, lo cual no resulta suficiente para describir adecuadamente el tipo de residuo a que corresponde. Por lo anterior, se solicita describir dicho residuo y clasificarlo en función de lo establecido en la "Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos" (SEA, 2012) con objeto de homologar la terminología y facilitar el análisis de los antecedentes presentados."* | Ord. N°5030 de la SEREMI de Medio Ambiente, de fecha 13 de agosto de 2026 |
| • *"En relación con la respuesta a la observación 1.44, asociada a residuos sólidos no peligrosos, la información entregada no resulta suficiente para diferenciar adecuadamente los residuos domiciliarios o asimilables de aquellos provenientes del proceso de tratamiento de aguas servidas. Asimismo, la clasificación utilizada para algunos residuos, particularmente la denominada "basura", no permite identificar con claridad su origen, naturaleza ni clasificación, dificultando verificar si corresponde a residuos domiciliarios, asimilables a domiciliarios o residuos propios del proceso de pretratamiento de la planta."* | |
| • *"Con respecto a la respuesta dada en la letra c) del punto 4.11 de la Adenda, el Titular incorpora en la Tabla 124 un análisis de evolución a largo plazo únicamente para Recursos Hídricos Superficiales, Calidad de Aguas y Ecosistemas Acuáticos Continentales. Sin embargo, de acuerdo con lo señalado por el Titular en las Tablas 6 y 18 del Anexo 4.10.1 Análisis de Cambio Climático, para la Salud y Bienestar Humano presenta dos cadenas de impacto clasificadas en 'Leve Aumento' (Efecto olas de calor en salud humana y Seguridad hídrica doméstica rural). Al respecto, se solicita complementar la respuesta incorporando en el factor de temporalidad un análisis sobre la evolución proyectada a largo plazo para este objeto de protección, considerando las variaciones proyectadas en la Tabla 11 (duración de episodios cálidos >6 días aumentarían entre un 668% hasta un 826%; olas de calor >25°C que aumentarían en un 82%, temperatura media anual entre un 11% a un 13%), ya que dichos valores constituyen un antecedente importante que debe ser considerado en el análisis, independientemente de su clasificación como "Leve aumento" en las cadenas de impacto respectivas."* | |
| • *"Sobre la respuesta entregada en la letra b) el Titular adjunta en el 4.6 el documento Norma de olores Países Bajos, sin embargo, se advierte que este no corresponde a la normativa oficial como tal, sino que presentaron un artículo que analiza dicha norma. En consecuencia, se reitera la solicitud de presentar el ejemplar de la norma en su versión traducida al español."* | |

| | |
|---|---|
| ***Observaciones que no fueron consideradas por traspasar los límites legalmente establecidos para (externalización de Servicios)*** | |
| • *"Respecto de la observación 1.13, el Titular señala que "el lavado de canoas y disposición de los desechos provocados por esta actividad estará a cargo del distribuidor de camiones mixer", con lo cual, no entrega una descripción de la actividad o descripción de los residuos generados. Se debe hacer presente que la externalización de una actividad asociada al proyecto, no exime al Titular el deber de identificar y cuantificar los residuos derivados de ella. De acuerdo con lo anterior y según lo establecido en la Guía para la Evaluación Ambiental de la Fase de Construcción de Proyectos (SEA 2012), se solicita explicitar antecedentes relativos a la gestión de los residuos generados por el lavado de canoas de camiones mixer, e informar la cantidad generada por la actividad por periodo de tiempo (ej. kg/mes, ton/año), especificando su manejo, transporte y disposición final autorizada."* | Ord. N°5030 de la SEREMI de Medio Ambiente, de fecha 13 de agosto de 2026 |
| **Observaciones que no fueron consideradas por la naturaleza del proyecto** | |
| • *"En respuesta a la observación 1.46, el Titular sustenta la ausencia de la fase de cierre indicando que el proyecto corresponde a una infraestructura sanitaria destinada a prestar servicios en un horizonte temporal indefinido. No obstante, lo señalado por el Titular no aborda el requerimiento efectuado relativo a la estimación, caracterización y manejo de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) ante escenarios de desmantelamiento total o parcial de la infraestructura."* | Ord. N°5030 de la SEREMI de Medio Ambiente, de fecha 13 de agosto de 2026 |
| **Observaciones que no fueron consideradas por estar tal información en la DIA/Adenda** | |
| • *"Respecto de la observación levantada en ORD.N° 1169/2025, que indica "En el numeral 1.2. el titular señala "El proyecto no se desarrollará por etapas según lo considerado en el Artículo 14 del D.S. Nº40/2012, considerando solo una fase constructiva.". Sin embargo, en el numeral 1.1 se describe "Esta planta se irá construyendo de manera modular según la proyección de demanda en 4 subfases ...".* | Ord. N°911, SAG de fecha 12/8/2026 |