ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA LOCALIDAD DE LICAN RAY

COMUNA DE VILLARRICA, REGIÓN DE LA ARAUCANIA

AARA-ADENDA-LICAN-01-26

INFORME PAS 156: PERMISO DE MODIFICACIÓN DE CAUCES

Para

AGUAS ARAUCANIA S.A.

Preparado por

DSS S.A.

Jefe de Proyecto	Sergio Quiroz Alvarez
Jefe de Área	Pablo Quintana Lacoste
Gerente Medio Ambiente	Sebastián Elgueta Alarcón

Octubre 2026

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 4
2. INDIVIDUALIZACIÓN DEL SOLICITANTE 7
3. ANTECEDENTES 8
4. CONTENIDOS PARA OTORGAMIENTO DEL PERMISO 8
a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra 9
a.1) Identificación del cauce en cartografía 9
a.2) Coordenadas y descripción del sector donde se emplazará la obra 12
a.3) Descripción características aguas arriba y abajo de la obra 13
b) Descripción de la obra y de sus fases 15
b.1) Tipo de obra, función, características constructivas y dimensiones básicas 15
b.2) Descripción de la etapa de construcción, operación y cierre 16
c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras. 19
d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras 20
e) Plan de seguimiento de calidad de aguas durante fase de construcción. 22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación general de las partes y obras del proyecto. 4
Figura 1-2. Ubicación PTAS y nueva descarga. 6
Figura 4-1. Identificación de cauce en cartografía (color cian el Estero Melilahuén). 9
Figura 4-2. Identificación de cauces en zona de proyecto según carta IGM (Flecha roja punto descarga). 10
Figura 4-3. Ampliación del punto de descarga en Carta IGM. 11
Figura 4-4. Corte del último trazado de la obra de descarga proyectada. 13
Figura 4-6. Estero Melilahuén Aguas Arriba de la obra de descarga proyectada. 13
Figura 4-7. Estero Melilahuén Aguas Abajo de la obra de descarga proyectada. 14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Datos Titular y Representante Legal. 7
Tabla 4-1. Coordenadas de obras de modificación de cauce proyectadas. 12
Tabla 4-2. Características aguas arriba y abajo de las obras proyectadas. 14
Tabla 4-3. Cronograma de fase de construcción de la obra. 19
Tabla 4-4. Formato de Presentación de resultados monitoreo. 22
Tabla 4-5. Parámetros físico-químicos y microbiológicos a medir. 23
Tabla 4-6. Coordenadas muestras aguas arriba y abajo de la obra proyectada. 23

1. INTRODUCCIÓN

Este documento desarrolla particularmente lo relacionado a las modificaciones de cauce necesarias en el marco de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la localidad de Licán Ray". Se presentan así los antecedentes para la conformación del PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 156 de modificación de cauces según lo establecido en el artículo 41 e inciso 1° del artículo 171 del Decreto con Fuerza de Ley N°1.122, de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas. El proyecto se encuentra ubicado al sur de la comuna de Villarrica, provincia de Cautín, Región de la Araucanía, específicamente en Licán Ray.

El proyecto contempla la construcción y operación de un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas de la localidad de Licán Ray en la **Figura 1-1**. Sus principales obras corresponden a un colector troncal, dos plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS), una planta de tratamiento (PTAS) con tecnología de reactores batch secuenciales (SBR), una planta elevadora de agua tratada (PEAT) y una tubería para descargar el efluente tratado en el estero Melilahuén.

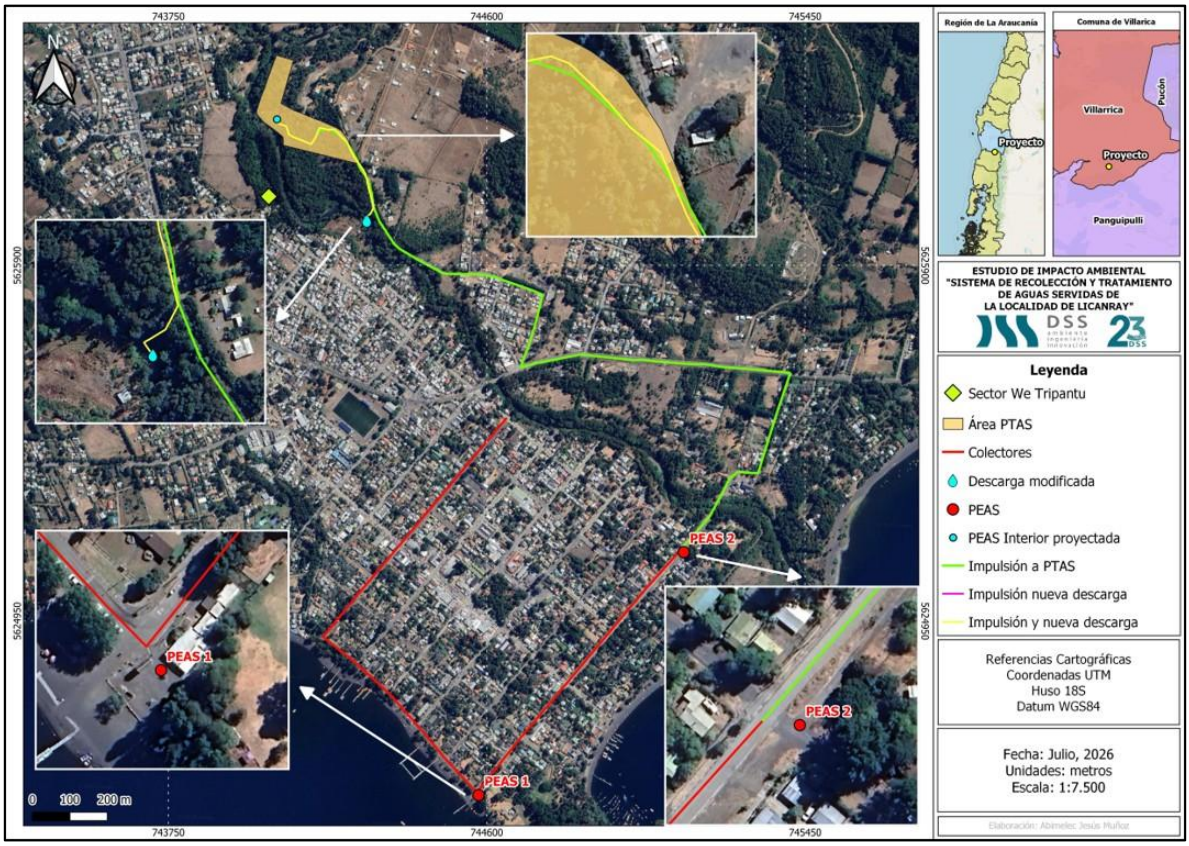

Figura 1-1. Ubicación general de las partes y obras del proyecto.
Fuente: DSS S.A.

La red de alcantarillado considera la construcción del colector troncal Cacique Puñulef, de 1.350 m de longitud. Su trazado se inicia en la intersección de las calles Hugolino Lillo y Cacique Coliñanco, y continúa por calle Cacique Coliñanco y avenida Cacique Puñulef. Las aguas servidas recolectadas serán conducidas hacia la PEAS 1. La PEAS 1 se ubicará en la intersección de las calles Cacique Carimán y Cacique Puñulef; recibirá las aguas servidas del sector oeste de Lican Ray y las impulsará hasta la PEAS 2. La PEAS 2 se ubicará en la intersección de las calles Cacique Carimán y Hugolino Lillo. Recibirá las aguas servidas provenientes del colector Cacique Carimán y de la PEAS 1, y las impulsará hasta la PTAS. Desde esta planta elevadora, la tubería de impulsión continuará por calle Cacique Carimán hasta la ruta a Coñaripe; luego se extenderá por la faja fiscal de dicha ruta hasta el acceso al camino Llantén y, finalmente, hasta el predio donde se emplazará la PTAS.

Las dos PEAS serán enterradas y estarán equipadas con filtros de carbón activado para el control de olores, además de una cámara de rejas y un canastillo para retener materiales ajenos a las aguas servidas.

La PTAS se ubicará fuera del límite urbano definido por el Plan Regulador vigente de Licán Ray. De las 2,91 ha que comprende el predio, aproximadamente 1,15 ha serán ocupadas por la infraestructura, las dependencias y las vialidades internas. La planta operará mediante un sistema de lodos activados con tecnología SBR. El efluente tratado deberá cumplir los límites establecidos en la Tabla 3 del Decreto Supremo N°90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, aplicable a las descargas de residuos líquidos en cuerpos de agua lacustres, lo anterior debido a que el efluente será descargado en el estero Melilahuén, afluente del lago Calafquén, aproximadamente 1.900 m aguas arriba de su desembocadura en el lago. Para ello se utilizará una tubería de acero de 450 mm de diámetro nominal, cuyo tramo final será de aproximadamente 54 m y terminará en una serie de difusores.

El diámetro y números de perforaciones asegura la difusión del agua tratada. En efecto, con las perforaciones, la velocidad de salida es suficiente como para evitar que se detecte turbulencia adicional a la propia del estero, en la superficie. Las características de la descarga son las siguientes:

- Longitud zona en pendiente : 30,0 m
- Longitud zona en el lecho : 21,50 m
- Longitud difusor : 6,50 m
- Material : Acero
- Diámetro : 450 mm
- Número de perforaciones : 8

- Diámetro perforaciones : 100 mm.

A continuación, se presentan figuras explicativas de lo descrito.

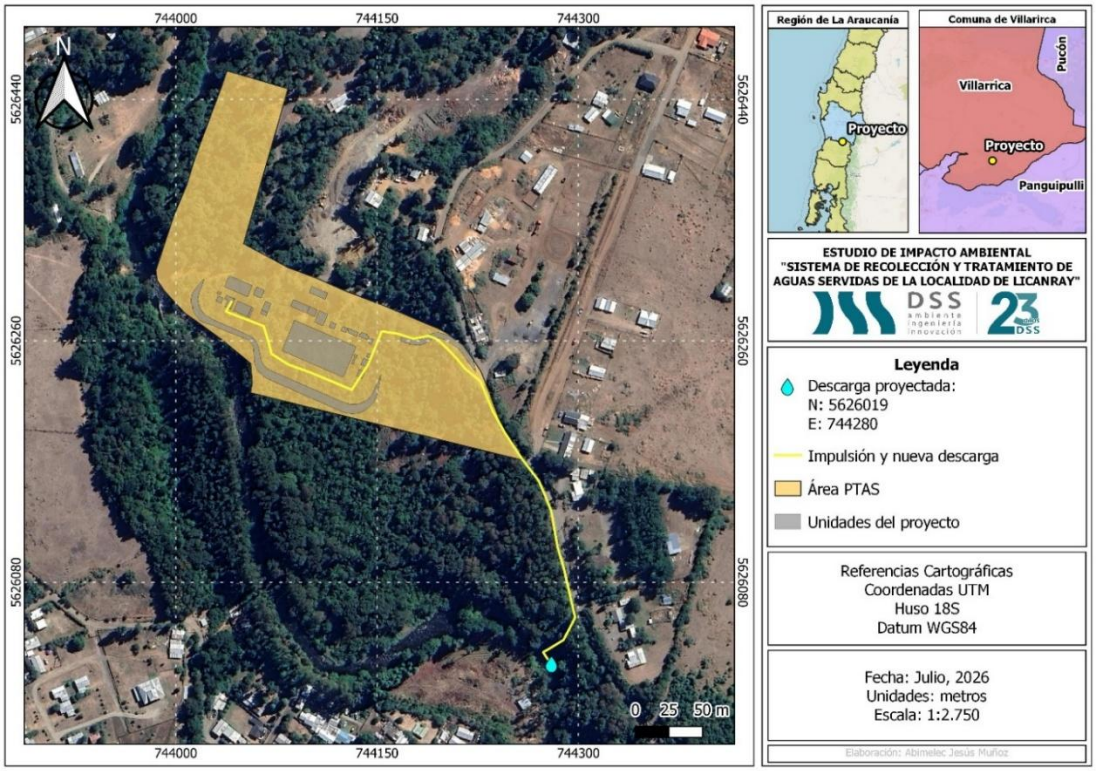

Figura 1-2. Ubicación PTAS y nueva descarga.
Fuente: DSS S.A.

2. INDIVIDUALIZACIÓN DEL SOLICITANTE

La Tabla 2-1 presenta los datos del Titular y del representante legal.

Tabla 2-1. Datos Titular y Representante Legal.

Titular	Aguas Araucanía S.A.
RUT	76.215.637-2
Domicilio	Vicuña Mackena 0202
Comuna	Temuco
Región	de la Araucanía
Teléfono	452207300
E-mail	paola.robles@aguasaraucania.cl

Representante Legal	José Torga Leyton
RUT	8.386.369-2
Domicilio	Vicuña Mackenna #0202
Comuna	Temuco
Región	de la Araucanía
Teléfono	452207300
E-mail	jose.torga@aguasaraucania.cl

Fuente: Aguas Araucanía S.A.

3. ANTECEDENTES

Para la elaboración del presente informe se utilizaron los siguientes documentos como antecedentes técnicos, referencias o normativa aplicable:

- Servicio de Evaluación Ambiental (2016). Guía Trámite PAS del artículo 156 del Reglamento SEIA: Permiso para efectuar Modificaciones de Cauce.
- Dirección General de Aguas (2024). Manual de normas y procedimientos para la gestión y administración de recursos hídricos.
- Dirección General de Aguas (2016). Guía Metodológica para presentación y revisión técnica de proyectos de modificación de cauce.

4. CONTENIDOS PARA OTORGAMIENTO DEL PERMISO

El requisito para su otorgamiento consiste en no afectar la vida o salud de los habitantes mediante la no contaminación de las aguas. De acuerdo con lo establecido por el Decreto Supremo 40 – Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en su artículo 156 se establecen los contenidos mínimos para el permiso ambiental sectorial 156.

a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra.
b) Descripción de la obra y sus fases.
c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras.
d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras.
e) Plan de seguimiento de la calidad de las aguas durante la fase de construcción.

A continuación, se desarrollan cada uno de los puntos especificados.

a) Descripción del lugar de emplazamiento de la obra

a.1) Identificación del cauce en cartografía

La obra de descarga de aguas del proyecto en evaluación "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la localidad de Licán Ray", se encuentra ubicado a 1,0 km del radio urbano de la comuna de Villarrica, provincia de Cautín, Región de la Araucanía, específicamente en Licán Ray.

En primera instancia, la identificación del cauce en cartografía donde se realizará el emplazamiento de la obra se visualiza en la **Figura 4-1**.

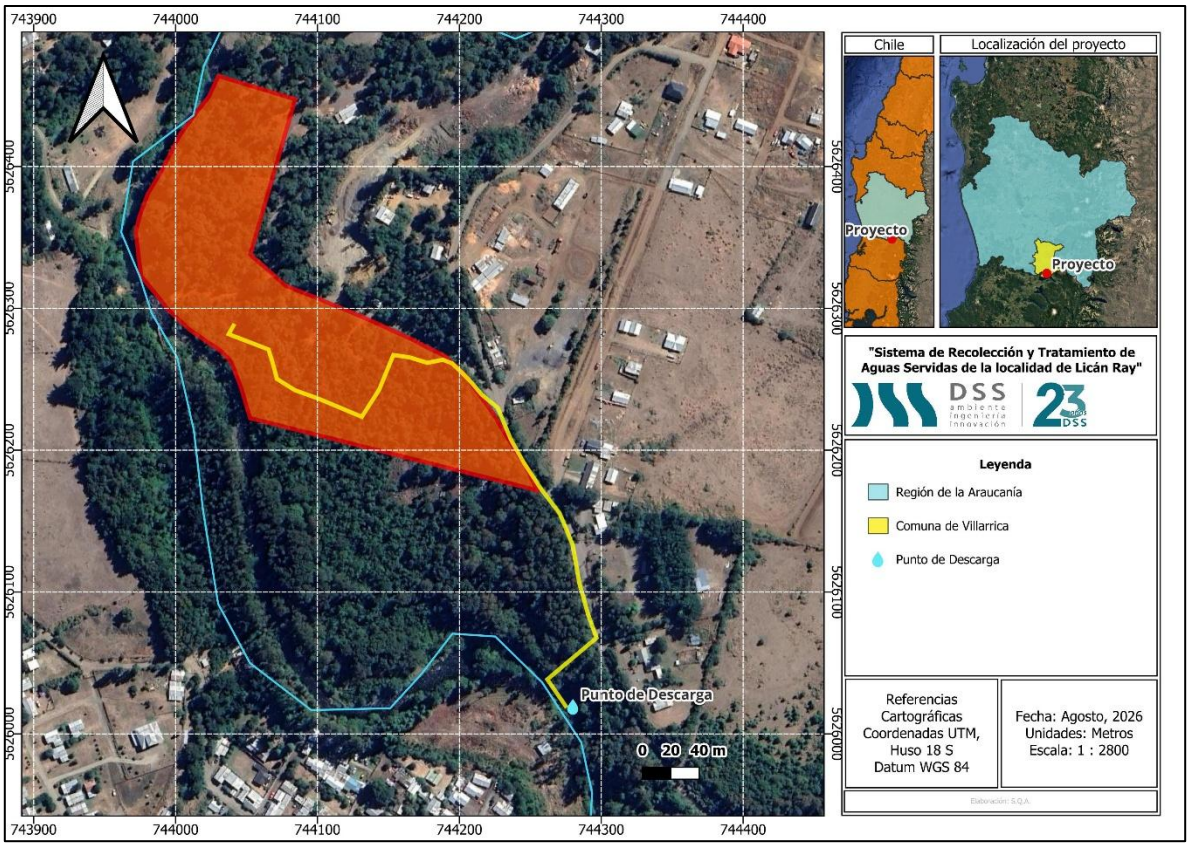

Figura 4-1. Identificación de cauce en cartografía (color cian el Estero Melilahuén).
Fuente: DSS S.A.

De la figura anterior se puede apreciar que la obra de descarga de aguas se encuentra emplazada directamente en el Estero Melilahuén. Este cauce de origen pluvial corresponde a un curso de agua superficial menor que fluye dentro de la cuenca del Río Valdivia, Subcuenca Río Valdivia Alto (hasta desagüe Lago Panguipulli) y Subsubcuenca desagüe Lago Calafquén desde desembocadura Lago Coñaripe. Tiene su origen a unos 13 km aguas arriba, siendo un afluente del Lago Calafquén y, además no cuenta con estación fluviométrica.

De la misma forma, se pudo identificar el cauce en la Carta IGM G-103 Villarrica. En dicha carta se puede apreciar la zona del proyecto respecto de la comuna de Villarrica, sector de Licán Ray, así como el estero identificado en donde se encontrará emplazada la obra de descarga.

La siguiente figura muestra la carta IGM con el punto de descarga correspondiente al proyecto en evaluación.

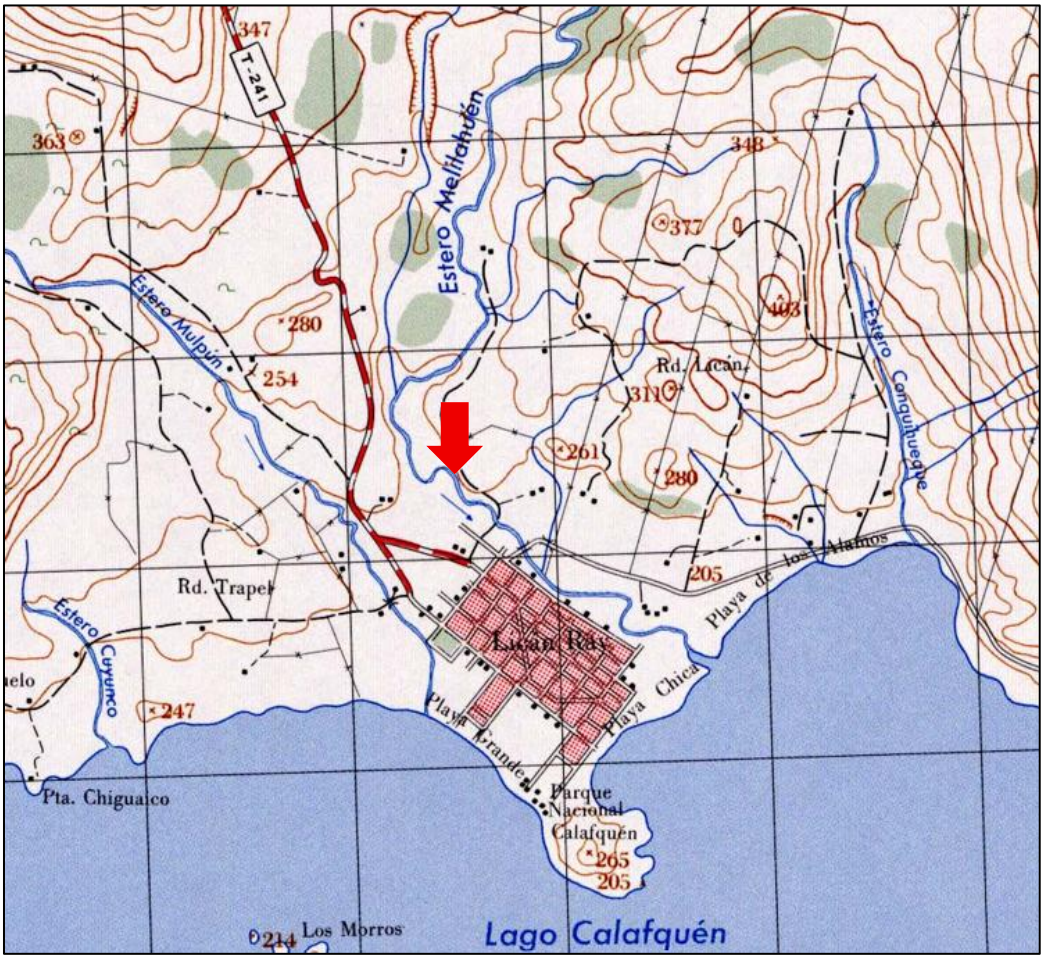

Figura 4-2. Identificación de cauces en zona de proyecto según carta IGM (Flecha roja punto descarga).
Fuente: Carta IGM 1:50.000, IGM G-103 Villarrica.

Mientras que en la **Figura 4-3**, se superpone y se muestra de manera más detallada el punto de descarga en la Carta IGM, donde se visualiza el trazado natural del cauce involucrado asociado al Estero Melilahuén.

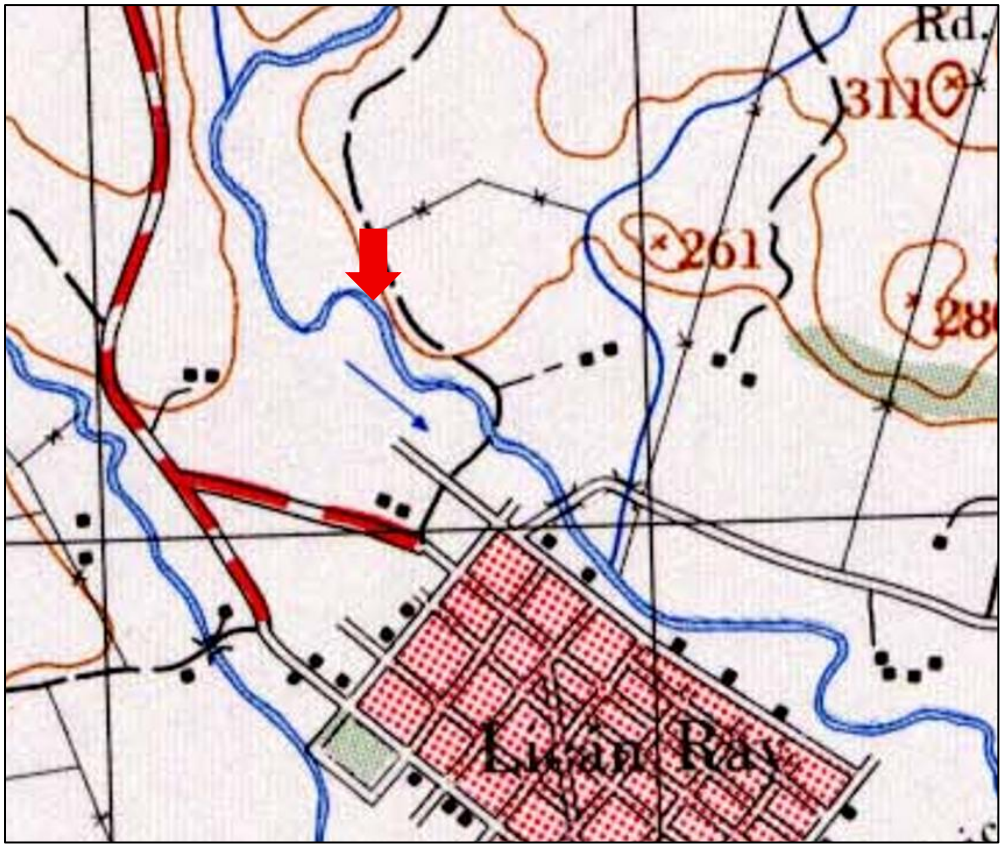

Figura 4-3. Ampliación del punto de descarga en Carta IGM.
Fuente: Carta IGM 1:50.000, IGM G-103 Villarrica.

El Estero Melilahuén corresponde a un cauce natural de régimen predominantemente pluvial, que forma parte del sistema de drenaje de la comuna de Villarica y actúa como receptor de escorrentías provenientes de sectores urbanos y rurales de la cuenca.

a.2) Coordenadas y descripción del sector donde se emplazará la obra

La Tabla 4-1 presenta las coordenadas UTM de la obra de descarga en el Estero Melilahuén, referidas al Datum WGS84 Huso 18.

Tabla 4-1. Coordenadas de obras de modificación de cauce proyectadas.

Obras de Modificación de Cauce	Emplazamiento	Coordenadas UTM	
		Este (m)	Norte (m)
Obra de Descarga	Estero Melilahuén	744280	5626019

Fuente: DSS S.A.

La obra de descarga de aguas se proyecta directamente a través de una obra bajo el Estero Melilahuén. En las inmediaciones del área donde se emplazará la obra, se observa que el estero corresponde a un curso de agua superficial, con presencia de escurrimiento visible durante gran parte del año. En el tramo analizado, el Estero presenta una sección irregular por presencia de rocas, con presencia de vegetación en sus riberas, variaciones geométricas asociadas a las condiciones naturales del cauce y pendientes suaves en dirección aguas abajo. Presenta una dirección de flujo predominante de norte a sur, cuenta con una alta presencia de vegetación ribereña, un trazado de sinuosidad moderada.

En el Corte A (escala 1:50) en la

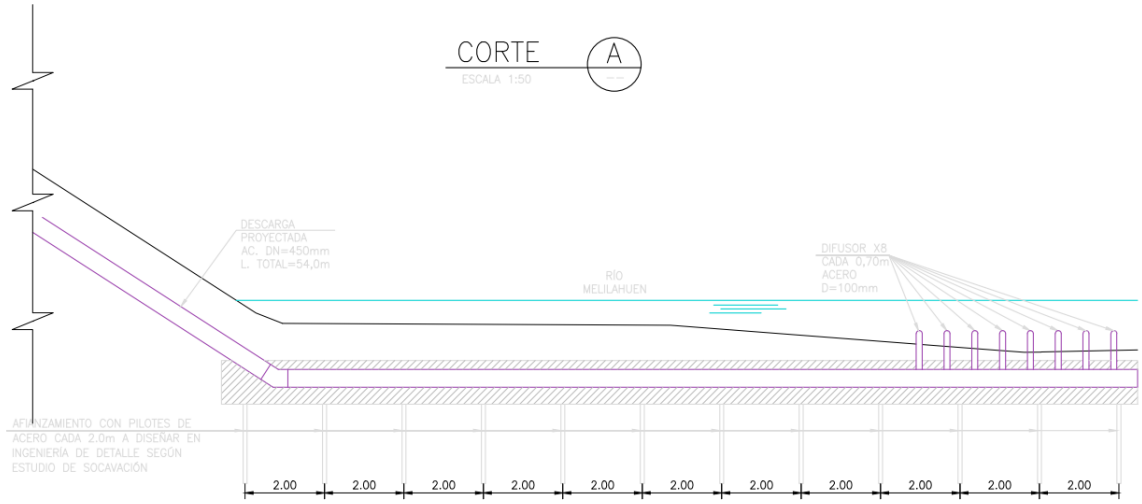

Figura 4-4 se muestra una descarga proyectada mediante tubería de acero DN=450mm y 54.0m de longitud total, que desciende desde la orilla y se instala bajo el nivel del Estero Melilahuén, conectándose a una estructura sumergida apoyada sobre pilotes de acero espaciados cada 2.0m (cuyo diseño definitivo queda sujeto a la ingeniería de detalle según el estudio de socavación del cauce); sobre esta estructura se instalan 8 difusores de acero de D=100mm, espaciados cada 0.70m,

que sobresalen hacia la superficie del agua para distribuir y dispersar el efluente en múltiples puntos bajo el nivel del estero, en lugar de realizar una descarga puntual concentrada.

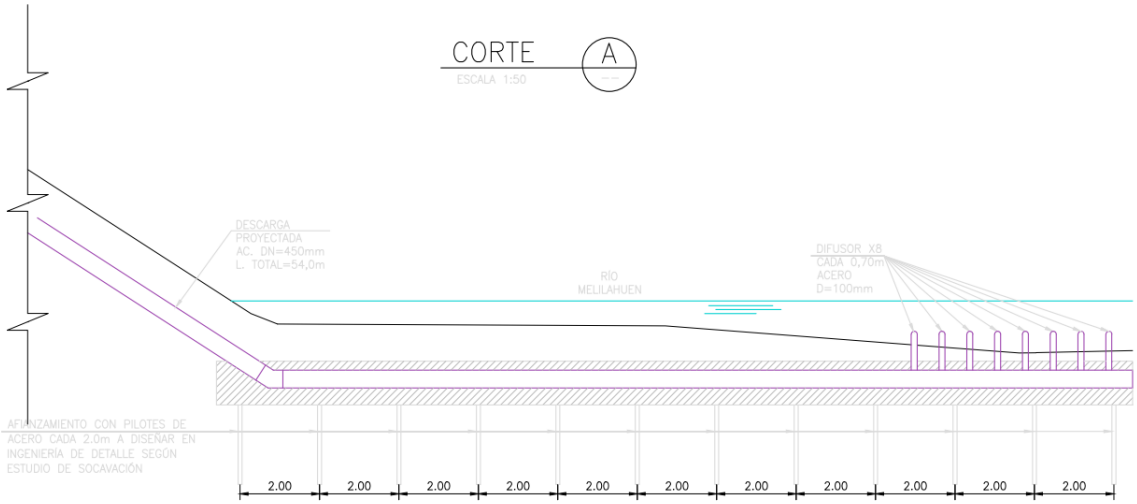

Figura 4-4. Corte del último trazado de la obra de descarga proyectada.
Fuente: DSS S.A.

a.3) Descripción características aguas arriba y abajo de la obra

Estero Melilahuén

Aguas arriba de la obra de descarga, el estero presenta un cauce definido y bordes irregulares debido a la alta presencia de cobertura vegetal en ambos costados de la ribera, lo cual indica que el flujo de escurrimiento es predominantemente subcrítico, con algunas secciones de carácter mixto. La sección transversal presenta un lecho compuesto por material aluvial, sin revestimiento en las riberas, con un ancho promedio aprox. de 12 m y taludes de vegetación media con un grado menor en las variaciones de la sección transversal a medida que se encuentra con el punto de la obra de descarga proyectada.



Figura 4-5. Estero Melilahuén Aguas Arriba de la obra de descarga proyectada.

Fuente: DSS S.A.

Mientras que aguas abajo de la obra de descarga, el Estero Melilahuén posee una sección trapezoidal y se encuentra materializado en tierra con vegetación. En la Figura 4-6 se puede apreciar que la zona cuenta con vegetación ribereña que se compone mayoritariamente de árboles y arbustos de porte medio, con presencia de cobertura vegetal en ambas riberas. De igual manera se identifican sectores en el cauce con suelos expuestos y remoción de vegetación en las cercanías de la obra, lo cual divide el tramo en ciertos perfiles transversales del cauce. No se observan obstrucciones relevantes que dificulten el escurrimiento ni evidencias de erosión activa o socavación significativa en el tramo aguas abajo del punto de descarga. De esta manera, el cauce presenta condiciones que permiten la continuidad del flujo superficial conforme al sentido de escorrentía y la incorporación de aguas lluvias del Proyecto.



Figura 4-6. Estero Melilahuén Aguas Abajo de la obra de descarga proyectada.
Fuente: DSS S.A.

De esta manera y a modo de resumen, las características generales del cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo de la obra de descarga, se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2. Características aguas arriba y abajo de las obras proyectadas.

Obra Proyectada	Cauce	Descripción características generales cauce	
		Aguas Arriba	Aguas Abajo
Obra de Descarga	Estero Melilahuen	Cauce natural con sentido de escurrimiento de norte-sur. Posee un régimen subcrítico con un ancho promedio aprox. de 12 m, con cambios transversales según las condiciones naturales del terreno y la alta vegetación existente en las riberas. El estero por lo que se visualizan diversas obras de arte como atraviesos por medios de tuberías y cajones de hormigón que se incorporan al escurrimiento del cauce.	El estero presenta una sección trapezoidal en tierra, con vegetación ribereña compuesta principalmente por árboles y arbustos de porte medio en ambas riberas. Se observan sectores puntuales con suelo expuesto y remoción de sedimentos y vegetación en las cercanías de las otras obras de arte. No se identifican obstrucciones relevantes al escurrimiento, por lo que el cauce mantiene la continuidad del flujo superficial por la incorporación de la obra de descarga, la cual irá de manera soterrada.

Fuente: DSS S.A.

b) Descripción de la obra y de sus fases

Las obras proyectadas para la infraestructura de descarga corresponden a una obra de tipo permanente que considera las fases de construcción, operación y cierre.

b.1) Tipo de obra, función, características constructivas y dimensiones básicas

La obra proyectada, al ser de carácter permanente, cumple la función de conducir los flujos de aguas del Proyecto hacia el cauce correspondiente asociado al Estero Melilahuén.

La fabricación y montaje de la obra de descarga considerará adecuadamente todas las etapas del proceso constructivo que consisten en: preparación de capas de apoyo, limpieza, curado del hormigón, vibrado o compactación e impermeabilización, en caso de estar expuesto constantemente a la descarga que depende de las precipitaciones de la zona. De esta manera es posible asegurar su durabilidad y funcionalidad en cada cauce intervenido. Desde el punto de vista constructivo, la obra corresponde a la ejecución de un emisario de descarga subfluvial con difusores múltiples en la **Figura 4-4**, cuya secuencia de construcción puede describirse de la siguiente manera:

- **Estudios previos y fundaciones:** Antes de intervenir el cauce, se debe ejecutar un estudio de socavación que permita definir la profundidad, diámetro y capacidad de los pilotes de acero de afianzamiento, los cuales se hincan o instalan cada 2.0m a lo largo de todo el ancho de la estructura (aproximadamente 20m según el detalle, 10 tramos de 2.0m), atravesando el lecho del estero hasta alcanzar un estrato competente que garantice estabilidad frente a la erosión.
- **Ejecución de la losa/estructura de apoyo:** Sobre las cabezas de los pilotes se construye una losa o viga corrida de hormigón armado (representada en el achurado), que sirve de soporte estructural para la tubería de descarga y el sistema de difusores, quedando esta losa totalmente sumergida bajo el nivel del agua del Estero Melilahuén.
- **Instalación de la tubería de descarga:** Se tiende la tubería de acero DN=450 mm en una traza que parte desde la orilla (con anclaje al talud existente), baja con pendiente hacia el lecho del estero, atraviesa el nivel de agua y se conecta a la losa de apoyo, cubriendo una longitud total de 54.0m. Esta tubería debe fijarse o lastrarse adecuadamente para resistir el empuje hidrodinámico de la corriente y evitar flotación o desplazamientos.
- **Montaje de difusores:** Sobre la estructura de apoyo se instalan 8 difusores de acero de D=100 mm, dispuestos verticalmente y espaciados cada 0.70 m, conectados hidráulicamente a la tubería principal, de manera que el efluente se reparta en múltiples puntos de salida en lugar de un vertido concentrado, favoreciendo la dilución y mezcla con el cuerpo receptor.

b.2) Descripción de la etapa de construcción, operación y cierre

La verificación de las obras indica que no se generan desbordes ni afectan el régimen hidráulico del estero ni a terceros, de acuerdo con el Código de Aguas y las Guías Metodológicas de la DGA para proyectos de modificación de cauce, de esta manera, la obra de descarga no considera desvío ni rectificación de su trazado, limitándose a obras puntuales de descarga y protección en el sector de intervención definido en los planos.

Fase de construcción

La metodología de la fase de construcción está referida en conformidad a lo dispuesto en el Volumen N°5 del Manual de Carreteras, capítulos 5.100 Disposiciones Generales, 5.200 Preparación del Área de trabajo, 5.500 Estructuras y obras conexas y 5.600 Drenaje y construcción de la plataforma. Por lo tanto, la construcción de la obra proyectada se realizará mediante la siguiente metodología:

1. **Trabajos previos. Señalización.** El replanteo topográfico forma parte de la secuencia de trabajo previo a la ejecución de la obra, junto con la señalización del sector. Conocer la extensión de la actuación será básico para dimensionar en su mesura el uso de maquinaria y el grupo humano para afrontar estos trabajos. Los bordes exteriores en caso de haber excavaciones deberán delimitarse perfectamente mediante estacas, jalones y líneas de demarcación en sus contornos con tal de habilitar los caminos adyacentes.

2. **Limpieza y saneo.** Las áreas donde se realicen excavaciones deberán limpiarse de toda vegetación, de acuerdo con lo dispuesto en la sección 5.102, Despeje y limpieza de faja. Asimismo, deberá retirarse todo el suelo vegetal, procedimiento en conformidad con lo señalado en el numeral 5.201.302 de la sección 5.201 Excavación General abierta. La limpieza comprende la eliminación del lecho y de zonas adyacentes, con el retiro del material no apto que interfiera con la construcción de las obras.

3. **Excavación en zanja, nivelación.** Se debe delimitar perfectamente los bordes exteriores con jalones, estacas y líneas de demarcación de sus contornos, contando además con referencias altimétricas. Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo con líneas, cotas y pendientes señaladas en el proyecto. La profundidad de las excavaciones para la construcción de las obras, deberán dar cabida a una cama de apoyo de material granular según corresponda, que será nivelada acorde a la obra de arte asociada.

4. **Construcción de la obra.** Constructivamente, la obra consiste en hincar pilotes de acero cada 2.0 m en el lecho del Estero Melilahuén (según diseño de detalle basado en estudio de socavación), sobre los cuales se construye una losa de apoyo sumergida bajo el nivel de agua; sobre esta losa se monta un sistema de 8 difusores de acero D=100 mm espaciados

cada 0.70 m, conectados a una tubería de descarga de acero DN=450 mm y 54.0 m de longitud que se tiende desde la orilla, bajando por el talud existente y cruzando el nivel del estero hasta empalmar con la estructura de difusores, trabajo que por realizarse en cauce fluvial probablemente requiera manejo de caudal (desvíos o ataguías) y protecciones contra socavación antes de su puesta en servicio.

5. **Operaciones de relleno, compactación y restitución del lecho:** Una vez instalada y afianzada la tubería de descarga, se procederá al relleno de la excavación empleando materiales compatibles con las especificaciones del proyecto. En torno a la tubería se dispondrá material seleccionado, libre de elementos angulosos, materia orgánica o partículas de tamaño que puedan dañar su revestimiento o generar apoyos puntuales.

   El relleno se ejecutará de manera uniforme a ambos costados de la tubería, en capas horizontales cuyo espesor suelto no excederá de 15 cm, hasta alcanzar la cobertura mínima definida en los planos y memorias de cálculo. Cada capa será compactada mediante equipos livianos y procedimientos compatibles con la resistencia de la tubería, evitando presiones, impactos o vibraciones que puedan producir deformaciones, pérdida de alineación, daños en sus uniones, afectación de las riberas o alteraciones innecesarias del lecho. El grado de compactación y los métodos de control serán los establecidos en las especificaciones técnicas del proyecto, considerando las condiciones geotécnicas y granulométricas del lecho.

   Finalizado el relleno, se restituirá la geometría y materialidad del lecho y de las riberas intervenidas, procurando reproducir las cotas, pendientes y condiciones existentes antes de las obras. Los trabajos deberán ejecutarse de manera que no generen estrechamientos, obstrucciones ni modificaciones no previstas del régimen de escurrimiento. Durante estas actividades se aplicarán las medidas de control de sedimentos y turbidez definidas para la fase de construcción.

6. **Pruebas hidráulicas y verificaciones previas a la puesta en servicio:** Antes de cubrir definitivamente la tubería y habilitar la descarga, se efectuarán las pruebas de estanqueidad y resistencia previstas en las especificaciones técnicas del proyecto. Las pruebas comprenderán, según corresponda, el llenado controlado de la aducción, la aplicación de la presión de ensayo definida por el proyectista y la verificación de uniones, soldaduras, accesorios, anclajes y conexiones con los difusores.

Durante el ensayo se controlarán la presión aplicada, el tiempo de estabilización y las eventuales pérdidas o disminuciones de presión. Asimismo, se verificará que no existan filtraciones, deformaciones, desplazamientos ni fallas en los elementos de afianzamiento. Los procedimientos, presiones, duración y criterios de aceptación deberán ser concordantes con la materialidad de la tubería, la presión de operación y las normas técnicas de diseño aplicables.

El agua utilizada en las pruebas deberá manejarse de forma controlada. Su descarga al estero solo podrá efectuarse cuando su calidad sea compatible con la del cuerpo receptor y no contenga sustancias que puedan provocar contaminación, erosión o aumento significativo de la turbidez. En caso contrario, deberá ser retirada y dispuesta en un lugar autorizado.

Los resultados quedarán respaldados mediante protocolos de ensayo, registros de presión, inspecciones visuales y fotografías. Toda anomalía detectada deberá repararse y someterse a una nueva prueba antes de autorizar el relleno definitivo y la puesta en servicio de la obra.

7. **Terminaciones, limpieza y protección contra la socavación:** Una vez concluidas las pruebas hidráulicas, se retirarán todo lo ajeno al cauce y que se haya utilizado/generado durante la construcción. Las superficies de hormigón serán terminadas y curadas conforme a las especificaciones técnicas, evitando que restos de mortero, lechadas o aguas de lavado ingresen al estero.

   La protección frente a la socavación deberá corresponder al diseño respaldado por el estudio hidráulico y de mecánica fluvial. La obra se mantendrá limpia y estable hasta su recepción, verificándose que el lecho restituido, la protección contra socavación, la tubería, los anclajes y los difusores se encuentren en las condiciones previstas por el diseño.

Fase de operación

Durante la fase de operación del proyecto, uno de los aspectos importantes es el monitoreo del correcto funcionamiento de las obras proyectadas, para lo cual se debe observar frecuentemente el estado de la obra en condiciones de operación. De acuerdo con esto se establecerán frecuencias de inspecciones y trabajos de mantención, si amerita. La inspección de la obra tendrá por objeto verificar la operación en sus condiciones de diseño. La frecuencia con que deben realizarse las inspecciones dependerá de las condiciones de operación, las que vendrán dadas por la exposición de la obra a otros usos y las condiciones climáticas del lugar. Las principales labores de mantención serán las

relacionadas con la limpieza, retiro de basura y material vegetal que altere las condiciones de operación de la obra (difusores). Dichas labores tales como despeje y limpieza deberán mantenerse para garantizar que no haya problemas que pudieran perjudicar a los usuarios aguas abajo y al estado del proyecto.

Fase de cierre

Una vez la construcción de las obras finalice, se procederá al retiro y desmantelamiento de todos los elementos artificiales o provisionales relacionados con la construcción de las obras y que hayan dejado de ser necesarios para el uso futuro en la zona del proyecto. Se asegurará que no exista ningún elemento artificial bajo la influencia del cauce, que no constituya parte de la obra, y pueda suponer una obstrucción para el escurrimiento natural de este. Posterior a ello, se llevará a cabo la recepción final, donde la obra será oficialmente entregada y habilitada para su uso.

c) Estimación de los plazos y periodos de construcción de las obras.

El plazo estimado para la construcción de dichas obras es de 6 semanas y se llevará a cabo considerando los movimientos de tierra, perfilamiento y acondicionamiento de terreno para su instalación, así como ante la ausencia de precipitaciones. En la Tabla 4-3 se muestran los periodos estimados de cada actividad dependiendo en la etapa que se encuentre el Proyecto.

Tabla 4-3. Cronograma de fase de construcción de la obra.

Obra	Hito	Semana					
		1	2	3	4	5	6
Descarga proyectada	Trabajos previos/señalización						
	Limpieza y saneo						
	Excavación en zanja/Nivelación						
	Construcción de la obra						
	Relleno y compactación						
	Pruebas hidráulicas						

Fuente: DSS S.A.

d) Medidas tendientes a minimizar los efectos sobre la calidad de las aguas, aguas abajo del lugar de construcción de las obras.

En primer lugar, se acondicionará la sección del cauce donde se proyectan las obras de conducción y descarga. Las obras se ejecutarán en periodos de bajo caudal. En caso de ser necesario, se implementarán desvíos provisorios o medidas de manejo hidráulico que aseguren la continuidad del escurrimiento, evitando desbordes o afectaciones aguas arriba y aguas abajo. Se establece que todas las intervenciones consideran la restitución de las condiciones originales del cauce, garantizando que el Proyecto no generará impactos negativos en la operación hidráulica ni en el régimen de escurrimiento del cauce, siempre que su ejecución y operación se desarrollen conforme a las especificaciones técnicas y criterios de diseño establecidas.

De esta forma, se contempla la construcción de las obras en épocas lejanas a los meses donde potencialmente pudiesen ocurrir las crecidas de mayor magnitud. Estos trabajos de movimiento de tierras están relacionados con el roce de vegetación (si la hubiera) y adecuación de la superficie, no obstante, durante la construcción se adoptarán medidas de control de sedimentos y buenas prácticas constructivas para evitar el aporte de material fino al cauce, resguardando la calidad del agua y la biota acuática presente, de esta manera la ejecución de las obras no implica una intervención directa del cauce activo ni un riesgo de afectación sobre las especies ícticas presentes tomando los siguientes resguardos:

- Se capacitará al personal a cargo de las obras, con el fin de evitar la perturbación del flujo de las aguas por materiales o elementos ajenos al cauce intervenido, para lo cual se mantendrá en la obra un registro de realización de dicha actividad.
- Se prohibirá cualquier tipo de reparación y/o mantención de vehículos, maquinarias o cualquier componente del proyecto en sitios aledaños a los cauces.
- Las obras se realizarán en ausencia de lluvias.
- Se procederá a aislar la zona de intervención donde se proyectan las obras y movimientos de tierra en el orden de los 20 m².
- Los trabajos de movimientos se realizan con las técnicas típicas de construcción, identificando lugares de acopios parciales alejados del cauce a fin de evitar el ingreso de material particulado, la disposición final se deberá llevar a cabo en el menor tiempo posible.
- De existir problemas asociados a contaminación procedente de las maquinarias utilizadas, el encargado de obras no deberá permitir el retiro de la obra de aislamiento hasta resolver el problema. Dentro de los procedimientos básicos obligatorios, está el aprobar maquinarias de trabajo en buena calidad y mantenciones certificadas.

- Con el fin de evitar los efectos sobre la calidad de agua por la construcción de las obras, se consideran las siguientes medidas generales de prevención de contingencias:
  - Capacitación a los trabajadores tanto sobre la importancia de no contaminar los cauces que se están interviniendo, prohibiendo la eliminación de desechos, así como los planes de prevención y acción que se implementarán.
  - Prohibir el ingreso al cauce de personas, equipos y/o máquinas ajenas a las obras mismas de construcción. Para esto, se instalarán barreras que demarquen la zona de construcción, con un búffer de al menos 20 metros respecto de donde se estén realizando los trabajos.
  - Instalación de cerco perimetral con las señales de seguridad pertinentes protegiendo así el medio ambiente en el costado del canal en donde se realicen las labores constructivas.

e) Plan de seguimiento de calidad de aguas durante fase de construcción.

No se afectará la calidad de las aguas durante la construcción de la obra, dadas las medidas descritas en el punto anterior. Aun así, se propone un plan de monitoreo preventivo ante cualquier contingencia ambiental que consistirá en la medición de los parámetros establecidos en la NCh 1333 of.78 de calidad de agua para riego, aguas arriba y abajo de las obras proyectadas en el cauce.

Se contempla una medición previa a la ejecución de las obras a fin de establecer la condición basal, y mediciones con frecuencia quincenal durante la ejecución de las obras. Se efectuará registro fotográfico de cada medición con fecha durante la ejecución.

Al finalizar el monitoreo se elaborará un Informe de Seguimiento que resuma los resultados obtenidos, el cual será remitido a la SMA. Este informe será desarrollado 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 método
- Resultados (catastro visual)
- Discusiones
- Conclusiones
- Anexos (Informes de laboratorio, fotografías)

Además, el Informe de Seguimiento considera un resumen de los resultados obtenidos de los monitoreos, el cual será presentado en formato .xlsx con la estructura de datos según se indica en la **Tabla 4-4**.

Tabla 4-4. Formato de Presentación de resultados monitoreo.

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)

Fuente: DSS S.A.

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.

Los parámetros por medir corresponden a: oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad eléctrica, SST y Turbidez, además de los indicados en la **Tabla 4-5**. Mientras que la **Tabla 4-6** presenta las coordenadas de los puntos en donde se medirán estos parámetros y su ubicación con respecto a la obra. En caso de que al momento del monitoreo no se presente agua en el cauce, se realizará un registro fotográfico con fecha, como medio de verificación de la no aplicación de monitoreo.

Tabla 4-5. Parámetros físico-químicos y microbiológicos a medir.

Parámetro		Unidad
Aluminio	Físico-químico	mg/l
Zinc		mg/l
Cobre		mg/l
Hierro		mg/l
Manganeso		mg/l
Molibdeno		mg/l
Cloruros		mg/l
Plomo		mg/l
Sodio porcentual		mg/l
Sólidos disueltos totales		mg/l
Cobalto		mg/l
Cromo		mg/l
Níquel		mg/l
Coliformes fecales	Microbiológicos	NMP/100 ml

Fuente: DSS S.A.

Tabla 4-6. Coordenadas muestras aguas arriba y abajo de la obra proyectada.

Punto de Medición Calidad de Agua	Cauce	Descripción	Coordenadas UTM WGS84, Huso 18	
			ESTE (m)	NORTE (m)
1	Estero Melilahuén	100 m aguas arriba de la obra de descarga	744.183	5.626.039
2		100 m aguas abajo de la obra de descarga	744.297	5.625.955

Fuente: DSS S.A.