COMPONENTE LIMNOLOGÍA

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

AGOSTO 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS 4
1 INTRODUCCIÓN 7
2 OBJETIVOS 9
2.1 Objetivo General 9
2.2 Objetivos específicos 9
3 ÁREA DE ESTUDIO 10
3.1 Área de Intervención 10
3.2 Área de Influencia 11
4 METODOLOGÍA 13
4.1 Revisión Bibliográfica 13
4.2 Período de Muestreo 13
4.3 Estaciones y áreas de muestreo 14
4.4 Descripción General de los Componentes Estudiados 15
4.4.1 Calidad de Agua del Cuerpo Receptor 15
4.4.2 Caracterización Morfológica del Cauce 18
4.4.3 Caracterización Sedimentológica 19
4.5 Fauna Acuática 20
4.5.1 Comunidades Bentónicas 20
4.5.2 Comunidades Ícticas 24
4.5.3 Materiales y Equipos utilizados 28
5 RESULTADOS 29
5.1 Antecedentes Bibliográficos 29
5.2 Características Morfológicas del Cauce 31
5.3 Calidad de Agua 34

5.3.1 Parámetros Medidos *in situ* 34
5.3.2 Parámetros Medidos en laboratorio 36
5.4 Fauna Acuática 37
5.4.1 Comunidades bentónicas 37
5.4.2 Fauna Íctica 44
6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 45
7 BIBLIOGRAFÍA 48
8 ANEXOS 51
8.1 Permiso de Pesca de Investigación 51
8.2 Resultados de calidad de agua de laboratorio 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Ubicación del proyecto a nivel regional. 10
Figura 3-2. Ubicación general del área del Proyecto. 11
Figura 3-3. Área de influencia limnológica del proyecto. 12
Figura 4-1. Estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia del Proyecto. 14
Figura 4-2. Instrumento utilizado para medición calidad de agua *in situ*. 16
Figura 4-3. Fotografía referencial de muestreo de macroinvertebrados bentónicos con red Surber. 21
Figura 4-4. Actividad de pesca eléctrica en Río Melilahuén con equipo SAMUS 725 MP. 25
Figura 4-5. Fotografía referencial desinfección de trajes de agua. 26
Figura 5-1. Fotografías de las estaciones de muestreo asociadas al proyecto. 34
Figura 5-2. Algunos macroinvertebrados bentónicos registrados durante la campaña de muestreo. A). Larva de díptero de la familia Chironomidae; B). Larva de odonata de la familia Coenagrionidae; C). Larva de tricóptero de la familia Smicridea. 40
Figura 5-3. Variabilidad de parámetros comunitarios de macroinvertebrados bentónicos en las siete estaciones de muestreo analizadas; A: abundancia (N), B: Riqueza (S), C: Diversidad de Shannon (H') y D: Equidad de Pielou (J'). Campaña invierno 2026. 41

Figura 5-4. Clasificación y ordenación de las siete estaciones de muestreo mediante análisis de clúster (ligamiento promedio), los análisis se realizaron sobre la base de una matriz de disimilitud de Bray & Curtis. Campaña invierno 2026. 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Listado bibliográfico para Ictiofauna. 13
Tabla 4-2. Coordenadas geográficas en UTM de las estaciones del estudio de limnología. 15
Tabla 4-3. Instrumentos utilizados para medición calidad de agua *in situ.* 15
Tabla 4-4. Lista de parámetros y métodos utilizados para el análisis de calidad del agua en laboratorio. 17
Tabla 4-5. Requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática, según lo establecido en la NCh1333.Of78. 17
Tabla 4-6. Tabla granulométrica de Wentworth, 1922. 19
Tabla 4-7. Sistema de clasificación de calidad de agua basado en los valores del Índice Biótico de Familias (IBF). 22
Tabla 4-8. Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación del Índice Biótico de Familias (IBF). 23
Tabla 4-9. Valores de referencia para calidad de agua según el índice EPT. 24
Tabla 4-10. Categorías de conservación según la RCE. 28
Tabla 5-1. Listado de especies potenciales a encontrar en el área de influencia del proyecto. Estado de Conservación: EN=En Peligro; LC=Preocupación menor; NT=Casi amenazada; R=Rara; VU=Vulnerable. 30
Tabla 5-2. Características del hábitat fluvial y condiciones de muestreo de las estaciones estudiadas, campaña invierno 2026. 32
Tabla 5-3. Parámetros fisicoquímicos determinados *in situ* en la columna de agua para cada una de las estaciones muestreadas, Campaña invierno 2026. 34
Tabla 5-4. Parámetros fisicoquímicos determinados en laboratorio en la columna de agua para cada una de las estaciones muestreadas, Campaña invierno 2026. 36
Tabla 5-5. Abundancias de macroinvertebrados bentónicos Ind/m^2 (> 250 µm) registradas en dos réplicas (n=2) en las siete estaciones de muestreo del proyecto. El color verde indica las especies más abundantes y el color naranjo destaca la estación con mayor cantidad de individuos (Ind/m^2), Campaña invierno 2026. 38

Tabla 5-6. Índices comunitarios de las estaciones muestreadas: S) Riqueza taxonómica, N) Abundancia total (Indx100m-3), J') Índice de equidad de Pielou, H') Índice de Shannon (nits/ind), Campaña invierno 2026. 41
Tabla 5-7. Resultados del sistema de clasificación de calidad de agua basado en los valores del índice biótico de familias (Ch IBF) para el tramo del río asociado al área de estudio. Campaña invierno 2026. 43
Tabla 5-8. Resultados de la clasificación de Calidad de agua según el índice biótico EPT Campaña invierno 2026. 44

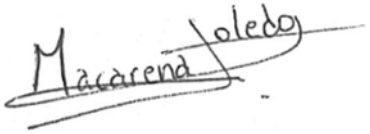
Equipo de Profesionales

Con relación a la campaña en terreno y elaboración del informe han participado los siguientes profesionales:



ALVARO ESPARZA

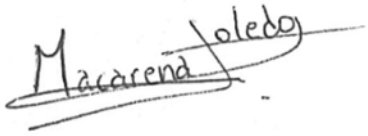
Ingeniero en Recursos Naturales



MACARENA TOLEDO MUÑOZ

Bióloga
Magíster en Ciencias con Mención en Zoología

Elaboración del Informe:



MACARENA TOLEDO MUÑOZ

Bióloga
Magíster en Ciencias con Mención en Zoología

1 INTRODUCCIÓN

Se presenta en el siguiente informe los resultados de la caracterización del componente limnológico, el cual fue realizado el 16 de julio del 2026, correspondiente a la campaña de invierno 2026, en el marco del proyecto **"Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican 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 Lican Ray. 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 río Melilahuén.

La red de alcantarillado contempla 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 Lican 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. El efluente será descargado en el río 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, de aproximadamente 24 m, se instalará enterrado y sumergido en el lecho del río.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el área de estudio se inserta en una zona de tipo de clima templado lluvioso con leve sequedad estival, cuya codificación corresponde a Cfb (s). Para la comuna de Villarrica, la precipitación normal anual promedio es de 2512 mm, registrando un mínimo de 2256 mm y un máximo de 2989 mm. En términos térmicos, presenta una temperatura media estival de 14,7°C y una media invernal de 5,9°C. Durante el mes más cálido, la temperatura máxima estival promedio alcanza los 22,3°C y la mínima promedio es de 8,6°C; mientras que, para el mes más frío, la temperatura máxima invernal promedio es de 9,9°C y la mínima promedio desciende a los 2,5°C (Fuente: Base Digital del Clima, Ministerio del Medio Ambiente).

El área de estudio se enmarca en el río Melilahuén es un curso de agua ubicado en la comuna de Villarrica, Región de La Araucanía, Chile. Forma parte de la cuenca del río Valdivia y drena las aguas provenientes de las laderas occidentales de la cordillera andina, desembocando en el sistema lacustre asociado al lago Calafquén. Desde el punto de vista hidrológico, el río presenta un régimen mixto, alimentado tanto por precipitaciones como por el deshielo de nieve en la cordillera. Su caudal es relativamente regular durante gran parte del año. A lo largo de su recorrido recibe el aporte de varios afluentes menores, entre ellos los ríos Zapata, Vásquez y Quinco, que nacen en los cerros El Azufre y Cudico.

En cuanto a la ictiofauna chilena ésta se caracteriza por ser poco diversa, estar adaptada a ríos con fuertes fluctuaciones estacionales de caudal, presentar pequeños tamaños corporales y un alto porcentaje de endemismo (Campos et al., 1993a; Vila et al., 1999; Dyer 2000a). Esto se debe principalmente a la geomorfología chilena que ha permitido el desarrollo de una fauna propia, confiriéndole un valor biológico, que compensa en cierto modo la escasez de especies. En el proceso de diferenciación de la ictiofauna chilena, respecto al resto de Sudamérica, la elevación de la cordillera andina se presenta como la principal causa del alto número de especies exclusivas (Habit & Victoriano 2005). Actualmente, la fauna íctica de Chile se compone de un total de 12 familias, 17 géneros y alrededor de 40 especies de peces nativos estrictamente dulceacuícolas y diádromos[1] (Dyer, 2000a).

La información presentada a continuación en este informe corresponde a los resultados de la campaña de invierno 2026, con el objetivo de realizar una caracterización limnológica de los componentes bióticos y abióticos presentes en el tramo del río Melilahuén.

[1] Especies que realizan migraciones entre el mar y las aguas dulces o verdaderas especies migratorias.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Registrar y determinar los componentes abióticos y bióticos (ictiofauna, macroinvertebrados y otros) en el Río Melilahuén asociado al área de influencia del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", en la Región de La Araucanía, con la finalidad de generar información de línea de base para determinar posibles impactos en las comunidades existentes.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar morfológicamente los tramos asociados al área de influencia del proyecto.
- Registrar parámetros fisicoquímicos *in situ* en el tramo del río Melilahuén asociado del área de influencia del proyecto.
- Determinar la riqueza, abundancia y diversidad biológica de la ictiofauna presente en el tramo de estudio prospectado, perteneciente al río Melilahuén asociado al área de influencia del proyecto.
- Determinar la riqueza, abundancia y diversidad biológica de macroinvertebrados presente en la zona de estudio asociadas al área de influencia del Proyecto.
- Determinar estados de conservación de las especies registradas, según los procesos clasificatorias del Ministerio del Medio Ambiente (1° al 20° Proceso de clasificación RCE).

3 ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Área de Intervención

El proyecto se encuentra localizado en la comuna de Villarrica, Provincia de Cautín, Región de La Araucanía (Figura 3-1) y consiste en la construcción y operación de un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas de la localidad de Lican Ray (Figura 3-2).

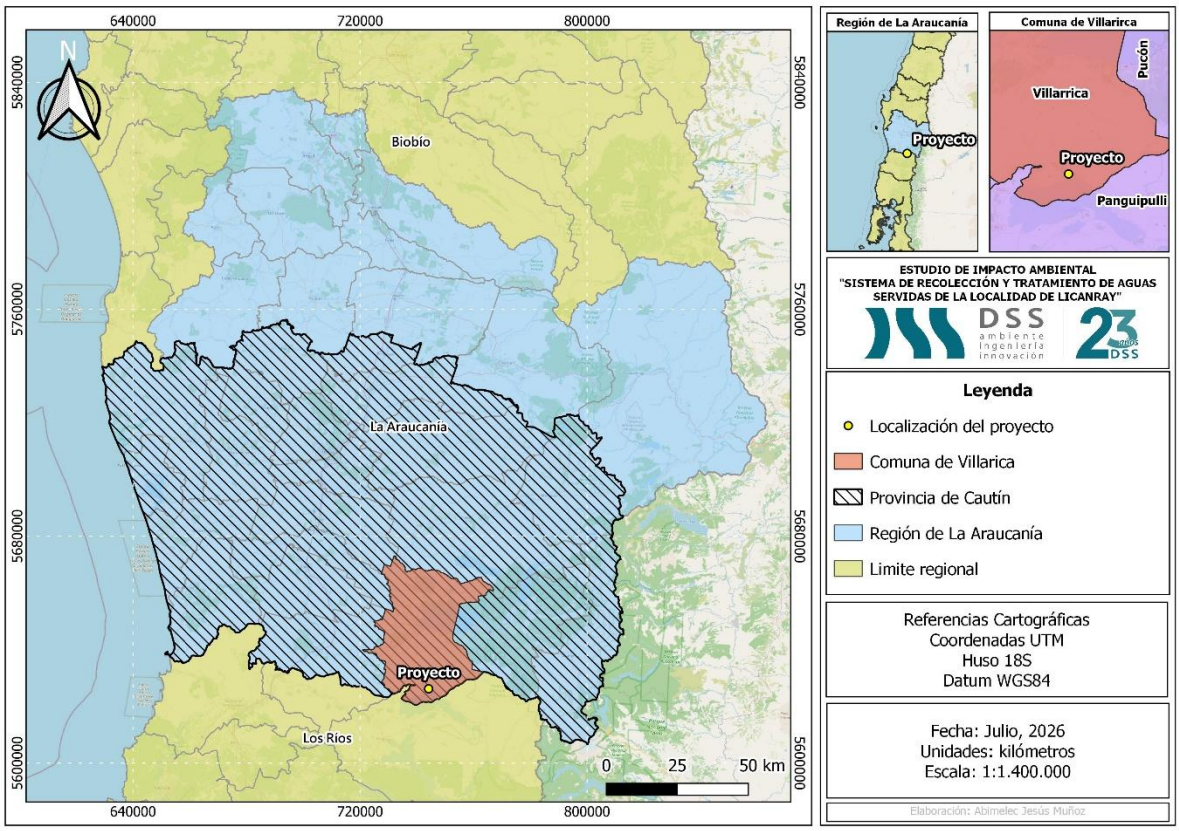


Figura 3-1. Ubicación del proyecto a nivel regional.
Fuente: Elaboración propia a partir del software GIS.

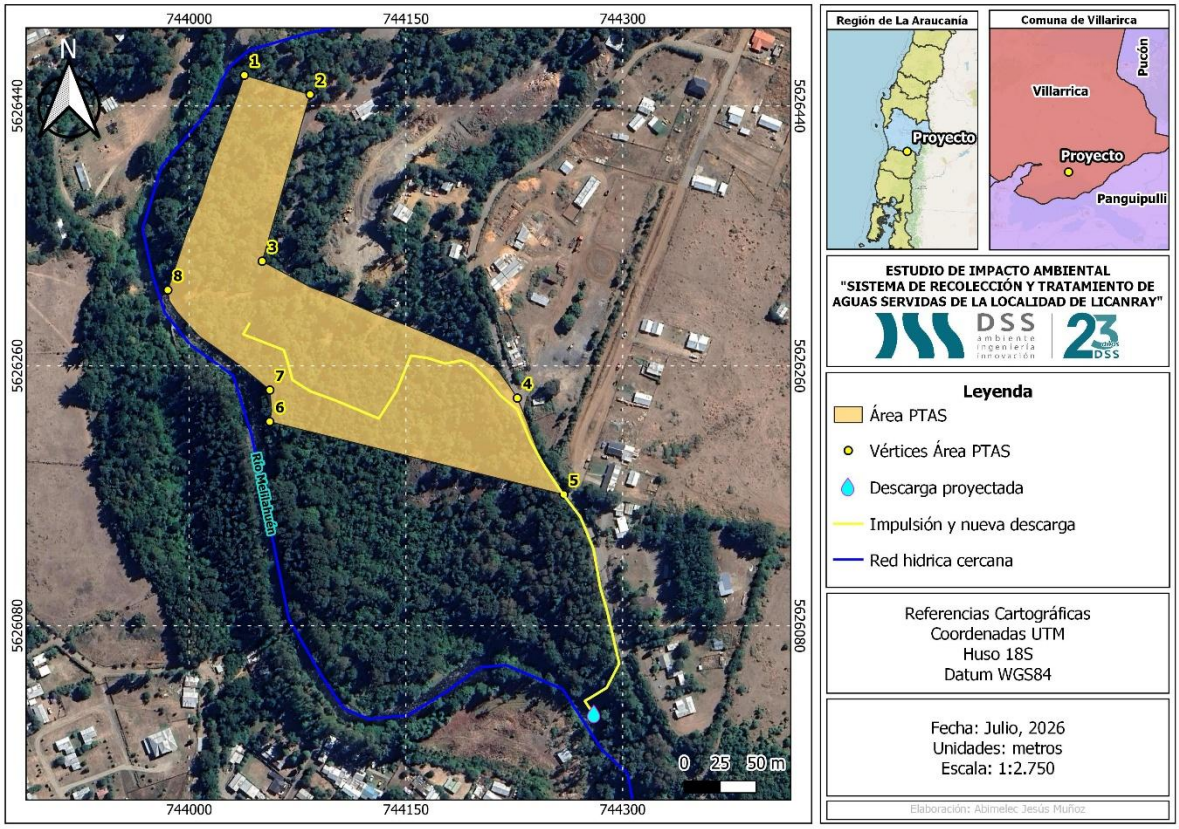


Figura 3-2. Ubicación general del área del Proyecto.
Fuente: Elaboración propia a partir del software QGIS.

3.2 Área de Influencia

La definición de área de influencia de acuerdo con el Decreto N°40/2012, del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (RSEIA), vigente desde el 24 de diciembre del 2013, especifica en la letra a) del artículo 2°, como:

> *"El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias."*

Así, el área de influencia de un proyecto está determinada por los impactos ambientales potenciales que pueda tener el proyecto sobre cada componente ambiental.

Tomando en cuenta las descripciones de AI, primero se debe tener conocimiento del área de intervención del proyecto para luego definir el área de influencia de los distintos componentes ambientales. De esta manera, se puede identificar los hábitats potencialmente afectados por las

acciones y obras que involucra el proyecto. En este caso, para el estudio limnológico se consideró como área de influencia un tramo del río Melilahuén de 0.86 km de largo y de ancho variable para el cuerpo principal del río. Se definieron 7 estaciones de muestreos con el fin de establecer una caracterización completa del área de estudio (Figura 3-3).

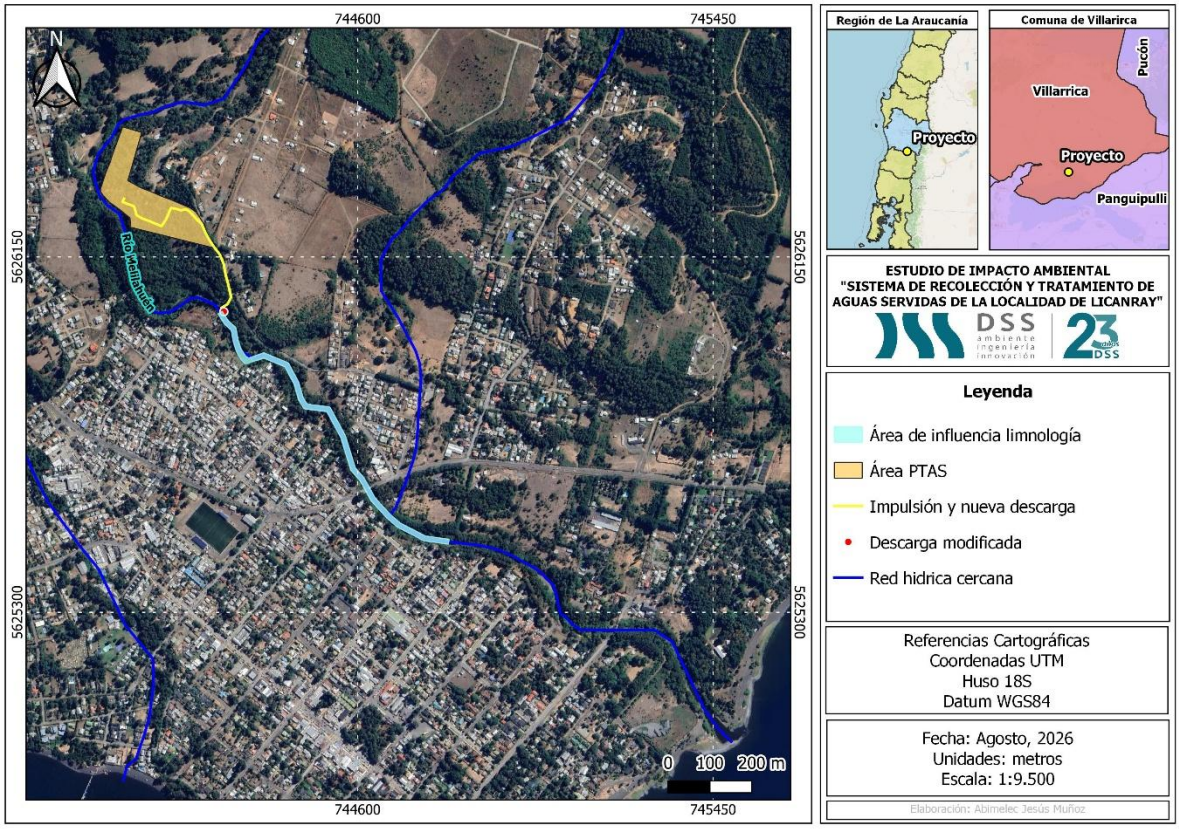


Figura 3-3. Área de influencia limnológica del proyecto.
Fuente: Elaboración propia a partir del software QGIS.

4 METODOLOGÍA

Para la realización del levantamiento limnológico se utilizó la "Guía Metodológica Para el Muestreo de Flora y Fauna Acuática en Aguas Continentales de Chile" (SubPesca, 2018) y se autorizó a través de un Permiso de Pesca de Investigación emitido mediante la Resolución Exenta N° E-2026-262 por la Subsecretaría de Pesca (Anexo 8.1). Cabe destacar que toda actividad se realizó estrictamente bajo las condiciones técnicas descritas en dicha resolución.

4.1 Revisión Bibliográfica

Se realizó un estudio bibliográfico previo a la salida de campo, para caracterizar el lugar e identificar las posibles especies ícticas a encontrar en la cuenca estudiada. Además, se tomó en cuenta las amenazas biológicas que presentan el mayor impacto, como el efecto de las especies introducidas de peces en el país (22), y en la mayoría de los casos se desconoce su real efecto sobre la ictiofauna nativa (Habit *et al.* 2006). Por ello la revisión bibliográfica lista tanto especies nativas como introducidas.

Tabla 4-1. Listado bibliográfico para Ictiofauna.

Ictiofauna	Autor
Peces Límnicos de Chile	Vila *et al.* 1999
Ictiofauna de Aguas Continentales	Ruiz & Marchant, 2004

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Período de Muestreo

En total se desarrollaron siete estaciones de muestreo en el río Melilahuén, las cuales se posicionaron espacialmente en el área de estudio, estas áreas fueron seleccionadas por su representatividad dada sus condiciones singulares de "microhábitats o microambientes", es decir zonas que albergan características particulares de substrato, condiciones hidráulicas específicas y vegetación que generan escenarios propicios para el asentamiento y colonización de especies (zonas de rápidos, pozones y transición entre ambas estructuras). En cada estación, se caracterizaron los componentes abióticos, bióticos y se georreferenciaron con coordenadas UTM (DATUM WGS84, Huso 18). La actividad de muestreo fue desarrollada con un promedio de 90 minutos aproximadamente por estación, la que consistió en una caracterización de calidad de agua *in situ*, toma de muestras de macroinvertebrados (grupo de invertebrados considerados como bioindicadores de la calidad del agua) y un estudio ictiológico (determinación del ensamble de peces en el cuerpo fluvial). Específicamente para el estudio de comunidades ícticas, la variabilidad del esfuerzo de captura dependió de las características morfológicas del cauce, como la profundidad, velocidad de corriente y complejidad para muestrear

en la zona. El estudio de campo en la zona del proyecto se llevó a cabo en invierno, el 16 de julio del 2026, y en ella participó un Ingeniero en Recursos Naturales y una Bióloga.

4.3 Estaciones y áreas de muestreo

El estudio limnológico se llevó a cabo el 16 de julio del 2026, para la campaña de invierno en la localidad de Lican Ray, asociada al área de influencia del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray". Para caracterizar el área de estudio se definieron siete estaciones de muestreo (Figura 4-1, Tabla 4-2), E-1 corresponde a 300 metros aguas arriba del punto de descarga, la E-2 150 m aguas arriba del punto de descarga, E-3 es el punto de descarga, la E-4 160 metros después del punto de descarga, la E-5 550 metros después del punto de descarga, E-6 1 kilómetro después del punto de descarga y por último, la E-7 a 1,5 km después del punto de descarga, dichas estaciones se ubican en el cuerpo de agua principal del río Melilahuén. Cabe señalar que el sentido de escorrentía, en dicho tramo, es de Norte a Sur. De este modo el muestreo fue ejecutado en el sentido contra la corriente.

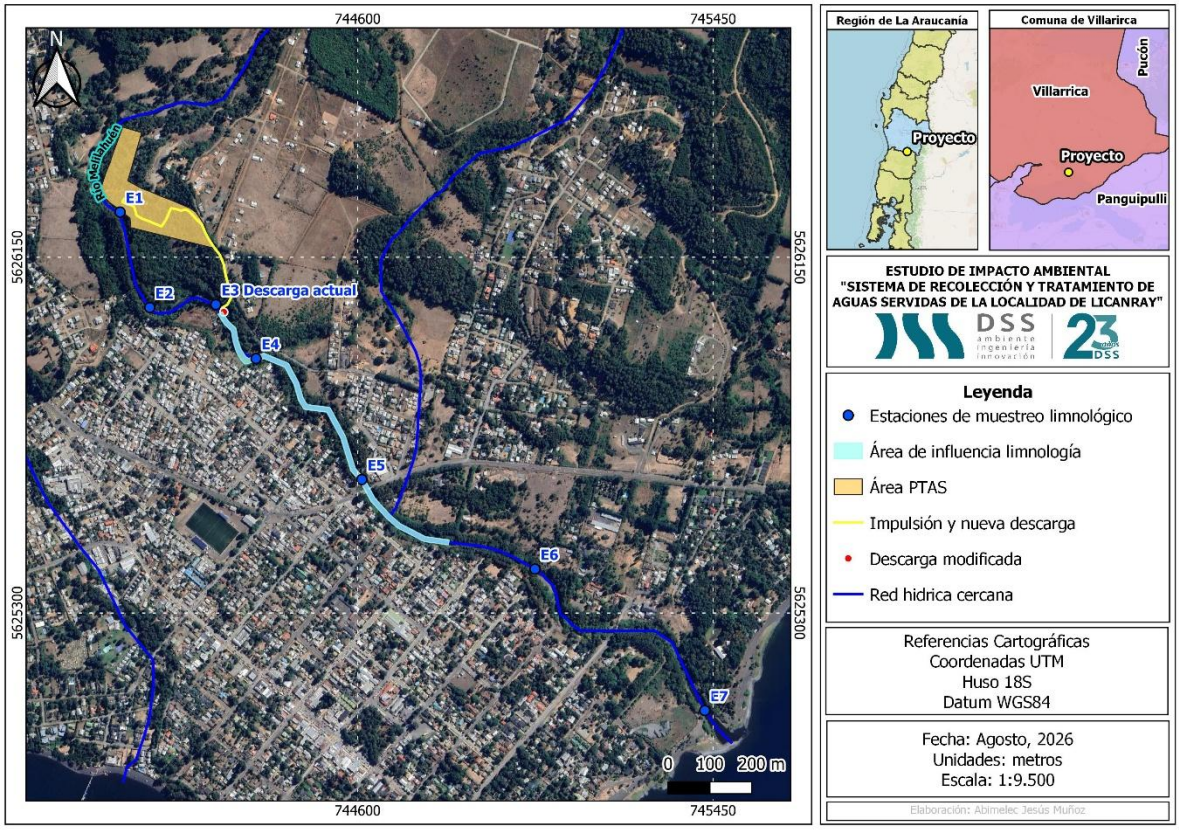


Figura 4-1. Estaciones de muestreo ubicadas en el área de influencia del Proyecto.
Fuente: Elaboración propia a partir del software QGIS.

Tabla 4-2. Coordenadas geográficas en UTM de las estaciones del estudio de limnología.

Sector	Estación	Descripción	Datum WGS 84 HUSO 18	
			Este (m E)	Sur (m S)
Río Melilahuén	E-1	300 m aguas arriba	744.032	5.626.258
Río Melilahuén	E-2	150 m aguas arriba	744.103	5.626.030
Río Melilahuén	E-3	Descarga	744.261	5.626.037
Río Melilahuén	E-4	160 m aguas abajo	744.357	5.625.908
Río Melilahuén	E-5	550 m aguas abajo	744.610	5.625.619
Río Melilahuén	E-6	1 km aguas abajo	745.024	5.625.405
Río Melilahuén	E-7	1,5 km aguas abajo, desembocadura	745.430	5.625.067

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Descripción General de los Componentes Estudiados

4.4.1 Calidad de Agua del Cuerpo Receptor

4.4.1.1 Calidad de Agua *in situ*

Para el muestreo de calidad de agua *in situ* realizado en las siete estaciones, se utilizó el instrumento Multiparámetro Hanna HI98194 para medir distintos parámetros (Tabla 4-3; Figura 4-2), el cual fue calibrado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, previo a la ejecución de cada campaña de monitoreo.

Tabla 4-3. Instrumentos utilizados para medición calidad de agua *in situ.*

Parámetro	Instrumento
Oxígeno disuelto	Multiparámetro Hanna HI98194
pH	
Temperatura	
Conductividad	
Sólidos totales disueltos	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-2. Instrumento utilizado para medición calidad de agua *in situ*. Medidor Multiparámetro Hanna HI98194.
Fuente: Captura propia.

4.4.1.2 Calidad de agua en Laboratorio

Para el muestreo de calidad de agua en laboratorio realizado en las siete estaciones, se consideraron los siguientes parámetros: Nitrito, Nitrato, Nitrógeno total, Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales y DBO_5.

La toma de muestras puntuales se realizó de acuerdo con la norma NCh 5667/6:2015, *Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua*, y fue realizada en las siete estaciones dispuestas en el río Melilahuén. Con respecto a la técnica de muestreo puntual en ríos y la elección de recipientes para muestras de agua, se realizó de acuerdo con la norma NCh 411/2 Of.96, *Guía sobre técnicas de muestreo*. Para la preparación de recipientes, identificación, llenado, preservación y transporte de muestras, se siguieron las técnicas señaladas en la NCh 411/3 Of.96, *Guía sobre preservación y manejo de muestras*.

El análisis de las muestras fue realizado por el laboratorio Hidrolab, basándose en la metodología propuesta por *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (24th. Edition 2023). Este laboratorio se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de Normalización (INN) bajo las acreditaciones LE214, LE215, LE1273, LE1431 y LE1432.

4.4.1.2.1 Análisis de parámetros de calidad de agua

Para esta campaña, los parámetros listados en la tabla a continuación fueron analizados por el laboratorio Hidrolab, el cual se encuentra acreditado por el INN bajo las acreditaciones LE214, LE215, LE1273, LE1431 y LE1432. La metodología de análisis para cada uno de los parámetros se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4-4. Lista de parámetros y métodos utilizados para el análisis de calidad del agua en laboratorio.

Parámetro	Límite de detección	Método
Nitrógeno total	0,20 mg/L	-
Fósforo Total	0,2 mg/L	SM 4500 P B4, 4500 P C
Sólidos Suspendidos Totales	5,0 mg/L	SM 2540 D
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H
Nitrito	0,03 mg/L	SM 4500 NO2 B
Nitrato	0,2 mg/L	SM 4500 NO3 B

Fuente: Elaboración propia desde informes de laboratorio Hidrolab.

4.4.1.3 Normativa ambiental

4.4.1.3.1 Norma Chilena NCh1333 Of.78

Los resultados obtenidos fueron comparados con los parámetros de la Norma Chilena Oficial 1.333 Of. 78 "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos", esta norma fija un criterio de calidad de agua de acuerdo con requerimiento científicos referidos a aspectos físicos, químicos, biológicos, según el uso determinado. Estos criterios tienen como objeto proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo. Para este estudio se utilizó la Tabla 4-5, que hace referencia a los requisitos definidos para aguas destinadas a vida acuática.

Tabla 4-5. Requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática, según lo establecido en la NCh1333.Of78.

Características	Requisitos
Oxígeno disuelto, mg/l	> 5
pH	6,0 a 9,0
Alcalinidad total mg/l de $CaCo_3$	> 20
Turbiedad debido a la descarga, unidades Escaña de Sílice	No debe aumentar el valor natural en más de 30 unidades
Temperatura	En flujos de agua corriente, no debe aumentar el valor natural en más de 3°C
Color	Ausencia de colorantes artificiales

Características	Requisitos
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausentes
Sólidos sedimentables	No debe exceder el valor natural
Petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo	No debe haber detección visual No debe haber cubrimiento de fondo, orilla o ribera No debe haber olor perceptible

Fuente: Norma Chilena 1.333Of. 78 modificada en 1987. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos.

4.4.2 Caracterización Morfológica del Cauce

La morfología o estructura fluvial de los cuerpos de agua es un elemento esencial en los estudios limnológicos para determinar el caudal ambiental, ya que de ésta depende que se desarrollen o se mantengan los hábitats necesarios para las especies acuáticas. La modificación del caudal en el área de influencia de un proyecto puede generar cambios en la profundidad y la velocidad de escurrimiento, lo que podría producir alteraciones morfológicas que posteriormente podrían afectar el hábitat fluvial. Debido a esto se realizó una clasificación siguiendo las indicaciones descritas por Montgomery & Buffington (1993, 1997). Esta clasificación consideró la descripción de parámetros estructurales obtenidos a través de observación directa.

Tipo de Sustrato: Granulometría predominante del lugar de estudio

1. Fino (< 0,75 mm)
2. Arenas (0,75-2 mm)
3. Gravas, Cantos y Piedras (2-600 mm)
4. Bolones (> 600 mm)

Tasa de Relleno: Proporción que posee cada tipo de sustrato en el sitio de muestreo

1. Solo bolones
2. Bolones dispersos, sobre un sustrato fino a medio
3. Solo sustrato fino

Entorno Directo: Caracterizada según el tipo de vegetación ribereña presente en el sitio de muestreo, desde la orilla hacia tierra, con límite imaginario de 20 m.

1. Matorral o Bosque Nativo
2. Matorral o Bosque no Nativo
3. Plantaciones Forestales
4. Cultivo o Pastizal
5. Viviendas

6. Áridos

Entorno Indirecto: caracterizada por el tipo de vegetación, presente en el sitio de muestreo, más allá de 20 m. de la orilla. Para la definición de este parámetro se consideran los mismos seis intervalos definidos para "Entorno Directo".

Vegetación Sumergida: caracterizada por la presencia o ausencia de vegetación sumergida dentro del área de muestreo.

Vegetación Ribereña: caracterizada por la presencia o ausencia de vegetación en la ribera del área de muestreo.

Tipo de Ambiente: Caracterizado por la presencia o ausencia de sedimentos finos (limo/arcilla) en los intersticios del sustrato (tasa de colmatación) del área de muestreo. Se registra como hábitat Enfangado o No Enfangado.

Ambiente: Se refiere a si el hábitat muestreado se ubica en la planicie de inundación o directamente en el lecho del río.

Meso hábitat: Se basan en la topografía del lecho, en la forma de la lámina del agua, y en la velocidad del agua, entre otros. Existen dos grandes grupos: rápidos y lentos.

- Rápido Somero
- Rápido Profundo
- Lento Somero
- Lento Profundo

4.4.3 Caracterización Sedimentológica

La estructura física de los cauces es una de las características que más influyen, tanto en la estructura como en el funcionamiento del ecosistema fluvial y por lo tanto su descripción tiene un gran interés. Específicamente la heterogeneidad de formas en el cauce (tipo de sustrato), determina la formación de hábitats, y en consecuencia la diversidad de organismos. Para cada estación de monitoreo se realizó una estimación visual, estableciendo las siguientes fracciones:

Tabla 4-6. Tabla granulométrica de Wentworth, 1922.

Tipo de Sustrato	Diámetro (mm)
Roca madre	-
Bolones	>250
Cantos	60 -250
Guijarros	20-60
Grava	0,2-20

Tipo de Sustrato	Diámetro (mm)
Arena	0,006-0,2
Limo	<0,006

Fuente: Elaboración propia a partir de Wentworth, 1922.

4.5 Fauna Acuática

La caracterización ecológica del sistema acuático está referida esencialmente al estudio de las comunidades y poblaciones de la biota en el ecosistema fluvial. El estudio de las poblaciones implica conocer su composición taxonómica, riqueza y abundancia. Las distintas metodologías utilizadas para la determinación de los niveles tróficos, que componen la fauna acuática, se describen a continuación.

4.5.1 Comunidades Bentónicas

Los macroinvertebrados bentónicos, son organismos utilizados como bioindicadores para la evaluación de los sistemas fluviales, específicamente para determinar la calidad del agua (Moya *et al.*, 2009). Este grupo presenta ventajas respecto a otros componentes de la biota acuática, ya que es posible encontrarlos prácticamente en todos los sistemas acuáticos continentales, posibilitando estudios comparativos, además son organismos de hábitos sedentarios, lo que permite efectuar análisis espaciales, así como también los monitoreos cuantitativos y análisis de las muestras pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo, y por último, existe una amplia disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos de estos organismos, los cuales han sido validados en diferentes ríos del mundo (Rosenberg y Resh, 1993; Chessman, 1995).

Las muestras fueron obtenidas en sitios de baja profundidad, y en condiciones de sustrato más o menos similares. Los muestreos se llevaron a cabo empleando un arte de muestreo, Corer de 11 cm de alto, por 2 cm de diámetro y una red surber de 250 μm de apertura de poro (Figura 4-3). En cada sitio se obtuvieron dos muestras (réplicas) las cuales fueron almacenadas en bolsas de polietileno, y fueron inmediatamente conservadas con etanol al 70%, e instaladas en cajas aislantes para su almacenamiento y traslado posterior. Luego en el laboratorio, se agregó una solución de colorante Rosa de Bengala para facilitar la visualización y separación de los individuos de tallas más pequeñas y medianas. La separación, identificación y recuento de los diferentes grupos taxonómicos se realizó con la ayuda de estereomicroscopio Olympus SZ. y con el apoyo de literatura especializada y claves de identificación, tratando de llegar hasta el nivel taxonómico más bajo posible. La identificación de los organismos se realizó siguiendo principalmente a:

Benedeto (1974), Caamaño (1985), Cekalovic *et al.* (1976), Csiro (1979), Domínguez *et al.,* (1992), Flint (1973, 1974, 1979, 1983), Illies (1963), Jara (1996), McCafferty (1983) y Merritt & Cummins (1984).

Posteriormente, se realizó un análisis estadístico a través del software Primer 6 (Clark & Gorley, 2005), con el cual se efectuaron análisis de cluster basado en el índice de similitud según Bray-Curtis calculada con los datos de abundancia. Las diversidades entre estaciones fueron comparadas empleando Riqueza específica, Índice de Diversidad de Shannon (H´) y Equidad de Pielou (J´), dónde:

- Riqueza (S), corresponde al número de especies registradas.
- Abundancia (N), corresponde al número de individuos por especie registrada.
- Diversidad de Shannon (H'), corresponde a un estimador de diversidad específica basado en la relación riqueza-abundancia. Los valores inferiores a 2 señalan una baja diversidad, mientras que los valores posicionados entre 2 y 3 son considerados "normales".
- Equidad de Pielou (J'), mide la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada. Los valores sobre 0,5 son interpretados como comunidades equitativas en relación con la abundancia de las especies presentes en ella.



Figura 4-3. Fotografía referencial de muestreo de macroinvertebrados bentónicos con red Surber.
Fuente: Elaboración propia.

Considerando que los macroinvertebrados han sido reconocidos como potenciales indicadores de calidad biológica de los sistemas acuáticos fluviales (Hallawell, 1986), esencialmente por su amplia distribución, diversidad y sensibilidad a las perturbaciones y contaminantes (Allan, 2004). Se realizo una estimación del Índice Biológico de Familias (IBF; Hinsenhoff, 1988), este índice asigna un puntaje a los grupos taxonómicos de acuerdo con su tolerancia o sensibilidad a la contaminación en una escala que va de 0 a 10 (Figueroa *et al.* 2003, 2007). Este análisis es rápido y permite hacer un seguimiento del estado de la calidad de agua a partir de la composición de las comunidades biológicas (Tabla 4-7).

Tabla 4-7. Sistema de clasificación de calidad de agua basado en los valores del Índice Biótico de Familias (IBF).

Clase	ChIBF	Características ambientales	Color
I	0,00-3,75	Muy Bueno, no perturbado	**Azul**
II	3,76-4,63	Bueno, moderadamente perturbado	**Verde**
III	4,64-6,12	Regular, perturbado	**Amarillo**
IV	6,13-7,25	Malo, muy perturbado	**Naranjo**
V	7,26-10,00	Muy Malo, fuertemente perturbado	**Rojo**

Fuente: Figueroa *et al*. 2007.

Para el cálculo del IBF, los taxa fueron agrupados en sus respectivas familias, asignando el puntaje de tolerancia sugeridos por Hauer & Lamberty (1996; Tabla 4-8), y se determinó el número total de individuos pertenecientes a cada familia. Para el cálculo del índice se siguió a Hilsenhoff (1988), para lo cual los puntajes de tolerancia fueron multiplicados por su correspondiente número de individuos. Posteriormente, los resultados obtenidos para cada familia fueron sumados y luego divididos por el número total de individuos de todas las familias obtenidos en la estación de muestreo.

Tabla 4-8. Valores de tolerancia de macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación del Índice Biótico de Familias (IBF).

Orden/Clase	Familia	Valor de Tolerancia	Orden/Clase	Familia	Valor de Tolerancia
Plecoptera	Gripopterygiidae	1	Megaloptera	Corydalidae	0
	Notonemouridae	0		Sialidae	4
	Perlidae	1	Lepidoptera	Pyralidae	5
	Diamphipnoidae	0	Platyhelminthes	Turbellaria	4
	Eustheniidae	0	Acari		4
	Austroperlidae	1	Decapoda		6
Ephemeroptera	Baetidae	4	Coleoptera	Elmidae	4
	Caenidae	7		Psephenidae	4
	Leptophlebiidae	2	Diptera	Athericidae	2
	Siphlonuridae	7		Blephariceridae	0
	Oligoneuridae	2		Ceratopogonidae	6
	Ameletopsidae	2		Chironomidae	7
	Coloburiscidae	3		Empididae	6
	Oniscigastridae	3		Ephydridae	6
Odonata	Aeshnidae	3		Psychodidae	10
	Calopterygidae	5		Simuliidae	6
	Gomphidae	1		Tipulidae	3
	Lestidae	9	Amphipoda	Gammaridae	4
	Libellulidae	9		Hyalellidae	8
	Coenagríonidae	9	Mollusca	Amnicolidae	6
	Cordulidae	5		Lymnaeidae	6
	Petaluridae	5		Physidae	8
Trichoptera	Calamoceratidae	3		Sphaeriidae	8
	Glossosomatidae	0		Chilinidae	6
	Helicopsychidae	3	Oligochaeta		8
	Hydropsychidae	4	Hirudinea		10
	Hydroptilidae	4			
	Leptoceridae	4			
	Ecnomidae	3			
	Helicophidae	6			
	Polycentropodidae	3			
	Philopotamidae	2			
	Hydrobiosidae	0			
	Sericostomatidae	3			

Fuente: Fuente: Figueroa *et al*, 2007.

Para la definición de los Estados de Conservación de las especies de crustáceos decápodos, se determinaron de acuerdo con las listas oficiales de especies con problemas de conservación para Chile, en base al Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE) según último registro del 19º proceso de clasificación de especies, considerando los estados de conservación que están definidos por regiones o zonas del país.

4.5.1.1 Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)

El índice EPT se refiere a la presencia o ausencia de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en una comunidad biológica. En general, las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas (Alonso & Camargo, 2005), de aquí su uso como indicadores en el cálculo del índice.

El análisis EPT se realizó mediante la utilización de estos tres grupos de macroinvertebrados (i.e. Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera). Se obtiene sumando el número de individuos de cada taxa de estos órdenes presentes en la muestra. Posteriormente se divide el total de EPT presentes por el total de abundancia de Individuos. El valor obtenido se compara en un cuadro de calidad de agua (Carrera & Fierro 2001) (Tabla 4-9).

Tabla 4-9. Valores de referencia para calidad de agua según el índice EPT.

Clase	Índice EPT	Calidad de Agua
1	75-100 %	Muy buena
2	50-75 %	Buena
3	25-50 %	Regular
4	0-25 %	Mala

Fuente: Carrera & Fierro 2001.

4.5.2 Comunidades Ícticas

Para el monitoreo de especies ícticas se solicitó el permiso de pesca de investigación, el cual fue otorgado a través de la Subsecretaría de Pesca, región de Valparaíso, mediante la Resolución Exenta N° E-2026-262 (Anexo 8.1), por un período de vigencia de 24 meses desde el 09/04/2026.

4.5.2.1 Pesca Eléctrica

En las estaciones de muestreo se realizó pesca eléctrica, la cual se utiliza principalmente para capturar individuos de talla pequeña (hasta 20 cm de longitud aproximadamente), los cuales habitan en orillas poco profundas de las zonas a muestrear (máximo 1 metro de profundidad). En cada estación se utilizó la metodología del muestro paralelo y perpendicular al río o río, lo que permite levantar todos los microhábitats presentes en el sistema fluvial. Para este procedimiento, se utilizó un equipo de

pesca eléctrica marca SAMUS 725 MP, conectados a un cátodo y ánodo, el que aplica una descarga eléctrica al agua, la cual inmoviliza o atrae a los individuos dependiendo de la posición en que se encuentren éstos con respecto al electrodo que genera la descarga, además de la intensidad de esta. Esta técnica permite regular la intensidad de la descarga, según la conductividad del agua del sitio de muestreo. Además, regula el esfuerzo de captura, para no extraer un número excesivo de individuos, y permite el retorno vivo de estos al medio ambiente. Según sea la velocidad de corriente de la estación y la abundancia de peces, el muestreo se realiza con más o menos personas. En el caso de tener ambientes con rápidos someros, los dos pescadores asistentes se ubican aguas abajo del pescador que porta la pesca eléctrica, y sostienen chinguillos auxiliares para atrapar los peces que son llevados por la corriente.



Figura 4-4. Actividad de pesca eléctrica en Río Melilahuén con equipo SAMUS 725 MP.
Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones:

Para dar cumplimiento a las medidas establecidas al programa de vigilancia, detección y control establecido por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para la plaga *Didymosphenia geminata* (Didymo), se tomaron las siguientes medidas:

- Se contó con un set de limpieza entre ellas: balde, detergente lavalozas, escobilla y bolsas desechables.
- Se utilizaron waders hechos de material NO absorbente.

- Para el lavado de los implementos de pesca, éstos se sumergieron de 1 a 2 minutos. en un balde con 10 litros de agua y 2 1/2 tazas (500 ml.) de detergente lavalozas. El agua utilizada no se devolvió al río.
- El transporte de especies se realizó en contenedores herméticos.
- Antes de abandonar el lugar, se realizó una inspección visual del lugar y de todos implementos que estuvieron en contacto con el agua.
- Finalmente, todos los implementos fueron desinfectados.



Figura 4-5. Fotografía referencial desinfección de trajes de agua.
Fuente: Elaboración propia.

4.5.2.2 Manejo de Peces Capturados

Para la elaboración de este estudio se trabajó preferentemente en zonas someras de baja profundidad (menor a 0,8 m), especialmente utilizadas por las especies ícticas nativas (Habit *et al.*, 2003). En cada punto, se aplicó un tiempo aproximado de 30 minutos en actividades de pesca, abarcando un área de 400 m^2 aproximadamente. La variabilidad del esfuerzo de captura para el estudio de comunidades ícticas de cada punto de muestreo estuvo sujeto a las características morfológicas del cauce (complejidad para muestrear, velocidad de corriente, entre otros) y a la efectividad de captura (número de especies capturadas).

Los individuos son capturados vivos, y mantenidos en contenedores plásticos con abundante agua a baja temperatura y oxigenación continua (en caso de ser requerido). Los ejemplares fueron medidos mediante un ictiómetro manual con precisión 0,1 mm, y pesados mediante una balanza con precisión de 0,1 gr. Una vez realizadas las mediciones los individuos fueron devueltos al mismo sitio de captura. Además, se procedió a fotografiar a cada uno de los ejemplares para corroborar la identificación taxonómica realizada en terreno. Debido a esto, se controló que en los contenedores no tuvieran demasiados individuos, para evitar la mortalidad de los peces, por lo que se renovó el agua cada 10 minutos aproximadamente y se mantuvo el contenedor a la sombra, tratando de tomar las medidas en el menor tiempo posible para devolver los ejemplares al cuerpo de agua en el mismo sitio de captura (sitio y hábitat). Posterior al trabajo de captura en terreno, las especies fueron identificadas a nivel taxonómico mediante claves especializadas, y se determinó el Índice de Condición (K) para cada ejemplar, a través de la siguiente ecuación:

$$K = \left(\frac{P}{L^3}\right) x100$$

Donde:

- K es el Índice de Condición
- P es el peso en gramos
- L es la longitud del ejemplar en centímetros

El factor de condición (K) es utilizado para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese, 2006).

4.5.2.3 Estados de Conservación

La categorización de los estados de conservación de las especies ícticas, fue determinado a través del primero al vigésimo proceso del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE), del Ministerio del Medio Ambiente actualizados al 2025, contenidos en diferentes decretos (D.S. N°151/2007, D.S. N°50/2008, D.S. N°51/2008, D.S. N°23/2009, D.S. N°33/2011, D.S. N°41/2011, D.S. N°42/2011, D.S. N°19/2012, D.S. N°13/2013, D.S. N°52/2014, D.S. N°38/2015, D.S. N°16/2016, D.S. N°6/2017, D.S. N°79/2018 y D.S. N°23/2019, D.S. N°16/2020, D.S. 44/2021, D.S. N°10/2023, D.S. N°2/2024 y D.S. N°54/2025).

Para la evaluación de los estados de conservación se consideran como categoría de la normativa vigente aquellas descritas en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), las cuales se presentan a continuación:

Tabla 4-10. Categorías de conservación según la RCE.

Categorías de Conservación			
CR	En Peligro Crítico	**IC**	Insuficientemente conocida
DD	Datos Insuficientes	**LC**	Preocupación Menor
EN	En Peligro	**NT**	Casi Amenazada
EW	Extinta en Estado Silvestre	**R**	Rara
EX	Extinta	**VU**	Vulnerable
FP	Fuera de Peligro		

Fuente: elaboración propia.

4.5.3 Materiales y Equipos utilizados

Para el levantamiento de información en terreno, se utilizó los siguientes materiales y equipos:

Comunidades Bentónicas:

- Cámara fotográfica Nikon
- Red Surber con cuadrante de 30 x 30 cm (0,09 m^2) y abertura de malla de 250 µm
- Alcohol al 70%
- Bolsas plásticas de 20x30 cm
- Caja plástica de transporte hermética

Comunidad Íctica

- Cámara fotográfica Nikon D3400
- Pesca Eléctrica SAMUS 725 MP con cátodo y ánodo
- Chinguillos auxiliares
- 2 baldes plásticos para depositar ejemplares
- Balanza ±0,1g
- Huincha

Medición de Parámetros *in situ*

- Equipo Multiparámetro Hanna HI98194, con sondas de EC/OD/T°/pH
- GPS

5 RESULTADOS

5.1 Antecedentes Bibliográficos

La ictiofauna nativa de Chile presenta, en la actualidad, una riqueza de 75 especies, de las cuales 45 son nativas incluyendo dos lampreas. De éstas, el 81% son endémicas de la provincia biogeográfica chilena y el 40% se encuentran clasificadas en peligro de extinción (Habit *et al*, 2006). Por otra parte, las especies introducidas existentes en los cuerpos de agua continentales chilenas, han sido introducidas con distintos fines, entre los que se encuentran: alimentación, repoblamiento de aguas, control de especies no deseadas, cultivo, entre otras (Ruíz & Marchant, 2006). A partir de esto, se elaboró un listado con las especies potenciales presentes en el área de influencia del proyecto y su estado de conservación (Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Listado de especies potenciales a encontrar en el área de influencia del proyecto. Estado de Conservación: EN=En Peligro; LC=Preocupación menor; NT=Casi amenazada; R=Rara; VU=Vulnerable.

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de conservación	Referencia o Decreto
Actinopterygii	Osmeriformes	Galaxiidae	*Aplochiton marinus*	Peladilla	EN	DS 52/2014 MMA
Actinopterygii	Osmeriformes	Galaxiidae	*Aplochiton taeniatus*	Peladilla	EN	DS 33/2011 MMA
Actinopterygii	Osmeriformes	Galaxiidae	*Aplochiton zebra*	Peladilla	EN	DS 33/2011 MMA
Actinopterygii	Atheriniformes	Atherinopsidae	*Basilichthys australis*	Pejerrey chileno	NT (XVI-XII)	DS 19/2012 MMA
Actinopterygii	Osmeriformes	Galaxiidae	*Brachygalaxias bullocki*	Puye	VU	DS 38/2015 MMA
Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	*Bullockia maldonadoi*	Bagrecito	EN	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Characiformes	Characidae	*Cheirodon galusdae*	Pocha de los lagos	VU	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Characiformes	Characidae	*Cheirodon kiliani*	Pocha	EN-R	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Siluriformes	Diplomystidae	*Diplomystes camposensis*	Tollo	EN	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Siluriformes	Diplomystidae	*Diplomystes nahuelbutaensis*	Tollo	EN	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Perciformes	Eleginopidae	*Eleginops maclovinus*	Róbalo	LC	DS 52/2014 MMA
Actinopterygii	Osmeriformes	Galaxiidae	*Galaxias maculatus*	Puye	LC (XVI-XII)	DS 19/2012 MMA
Cephalaspidomorphi	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	*Geotria australis*	Lamprea de bolsa	VU	DS 19/2012 MMA
Cephalaspidomorphi	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	*Mordacia lapicida*	Lamprea de agua dulce	EN	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil cephalus*	Lisa	LC	DS 52/2014 MMA
Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	*Nematogenys inermis*	Bagre grande	EN	DS 38/2015 MMA
Actinopterygii	Atheriniformes	Atherinopsidae	*Odontesthes brevianalis*	Cauque del norte	VU	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Atheriniformes	Atherinopsidae	*Odontesthes mauleanum*	Cauque	VU	DS 51/2008 MINSEGPRES
Actinopterygii	Perciformes	Percichthydae	*Percichthys trucha*	Perca trucha	LC (XVI-VIII-XII)	DS 19/2012 MMA
Actinopterygii	Perciformes	Perciliidae	*Percilia gillissi*	Carmelita	EN	DS 33/2011 MMA
Actinopterygii	Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus areolatus*	Bagrecito	VU	DS 51/2008 MINSEGPRES

Fuente: Especies según estado de Conservación, RCE.

5.2 Características Morfológicas del Cauce

Para la campaña de invierno, el estudio se realizó el día 16 de julio de 2026 el tramo asociado al Río Melilahuén. Desde el punto de vista meteorológico el cielo se encontraba nublado y sin precipitaciones durante el muestreo de las estaciones.

La morfología del cauce presentó variaciones entre las estaciones en términos de ancho y profundidad. El mayor ancho se registró en la estación E-7 (13,5 m), seguida por E-6 (8,5 m) y E-2 (7,8 m), mientras que el menor ancho correspondió a la estación E-1 (6,0 m). Respecto de la profundidad máxima, los valores oscilaron entre 0,7 y 1,6 m, registrándose la mayor profundidad en E-7 (1,6 m), seguida por E-4 (1,3 m) y E-2 (1,2 m), mientras que la menor profundidad se observó en E-6 (0,7 m).

En cuanto a las características del sedimento, se observó una composición variable entre las estaciones. La arena fue el componente dominante en E-2 (50 %), E-4 (50 %) y E-5 (30 %), mientras que el limo predominó en E-3 (40 %) y E-7 (60 %). En E-6 destacó un claro predominio de guijarros (90 %), y en E-1 la fracción dominante correspondió a bolones (60 %), seguida por arena y guijarros (20 % cada uno). Asimismo, se registró presencia de bolones en E-2 (30 %), E-3 (50 %), E-4 (20 %) y E-5 (70 %). La tasa de relleno estuvo constituida principalmente por bolones dispersos sobre un sustrato fino a medio en las estaciones E-1, E-2, E-3 y E-5, mientras que en E-4 se observó un sustrato fino con bolones dispersos, en E-6 predominó únicamente por la presencia de guijarros, y en E-7 se registró un sustrato fino.

Por último, el ambiente evaluado correspondió a un lecho de río en todas las estaciones de muestreo. En el entorno directo se identificó de manera consistente la presencia de matorral o bosque nativo. Por su parte, el entorno indirecto presentó una mayor variabilidad: las estaciones E-2, E-3, E-4 y E-5 estuvieron asociadas a la presencia de viviendas, mientras que E-1, E-6 y E-7 estuvieron rodeadas principalmente por matorral o bosque nativo. Respecto de las características del ambiente, predominó la condición de sectores no enfangados, con excepción de las estaciones E-3 y E-4, donde se registró un ambiente enfangado. Finalmente, en todas las estaciones predominó un hábitat rápido-profundo.

Tabla 5-2. Características del hábitat fluvial y condiciones de muestreo de las estaciones estudiadas, campaña invierno 2026.

Cuerpo de agua	Río Melilahuén						
N° de estación	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
Información General							
Fecha	16-07-2026	16-07-2026	16-07-2026	16-07-2026	16-07-2026	16-07-2026	16-07-2026
Nubosidad	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Precipitaciones	No	No	No	No	No	No	No
Morfometría de Cauce							
Ancho medio	6 m	7,8 m	7 m	6,8 m	7 m	8,5 m	13,5 m
Profundidad máxima	0,9 m	1,2 m	1,1 m	1,3 m	0,9 m	0,7 m	1,6 m
Sedimentología							
Limo	-	20%	40%	10%	-	-	60%
Arena	20%	50%	20%	50%	30%	10%	40%
Grava	-	-	-	-	-	-	-
Guijarros	20%	-	-	20%	-	90%	-
Cantos	-	-	-	-	-	-	-
Bolones	60%	30%	50%	20%	70%	-	-
Roca Madre	-	-	-	-	-	-	-
Tasa de relleno	Bolones dispersos, sobre un sustrato fino a medio	Bolones dispersos, sobre un sustrato fino a medio	Bolones dispersos, sobre un sustrato fino a medio	Sustrato fino con bolones dispersos	Bolones, sobre un sustrato fino a medio	Solo guijarros	sustrato fino
Entorno Directo	Matorral o Bosque nativo	Matorral o Bosque nativo	Matorral o Bosque nativo	Matorral o Bosque nativo	Matorral o Bosque no nativo	Matorral o Bosque no nativo	Matorral o Bosque no nativo
Entorno Indirecto	Matorral o Bosque nativo	Viviendas	Viviendas	Viviendas	Viviendas	Matorral o Bosque no nativo	Matorral o Bosque no nativo
Tipo de Ambiente	No Enfangado	No Enfangado	Enfangado	Enfangado	No Enfangado	No Enfangado	No Enfangado
Tipo de Hábitat	Rápido profundo	Rápido profundo	Rápido profundo	Rápido profundo	Rápido profundo	Rápido profundo	Rápido profundo
Ambiente	Lecho de río	Lecho de río	Lecho de río	Lecho de río	Lecho de río	Lecho de río	Lecho de río

Fuente: Elaboración propia.


E1
16 jul 2026 08:49:43
18H 744050 5626252
Licán Ray, Cautín
Chile
E1


E2
16 jul 2026 10:22:27
18H 744117 5626038
235° SW
Licán Ray, Cautín
Chile
#E2


E3
16 jul 2026 09:50:20
18H 744275 5626027
Licán Ray, Cautín
Chile
E3


E4
16 jul 2026 11:16:03
18H 744349 5625978
192° S
Licán Ray, Cautín 4931539
Chile
#E4


E5
16 jul 2026 14:37:48
18H 744625 5625588
Licán Ray, Cautín 4931484
Chile
#E5


E6
16 jul 2026 15:04:18
18H 745039 5625376
7° N
Cautín, Cautín 4931534
Chile
#E6



Figura 5-1. Fotografías de las estaciones de muestreo asociadas al proyecto.

Fuente: Captura propia.

5.3 Calidad de Agua

5.3.1 Parámetros Medidos *in situ*

Los resultados obtenidos de los análisis de calidad de agua medidos de manera *in situ* (Tabla 5-3), fueron comparados con los límites establecidos en la NCh1333.Of78 "*Requisitos de calidad de agua para diferentes usos"* para vida acuática.

Los parámetros medidos *in situ* en la columna de agua corresponden a: temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y sólidos totales disueltos, además se evalúa la ausencia o presencia de sólidos flotantes y espumas no naturales, y petróleo u otro hidrocarburo en la columna de agua del río Melilahuén.

Tabla 5-3. Parámetros fisicoquímicos determinados *in situ* en la columna de agua para cada una de las estaciones muestreadas, Campaña invierno 2026.

Cuerpo de agua	Río Melilahuén						
Parámetros	**E-1**	**E-2**	**E-3**	**E-4**	**E-5**	**E-6**	**E-7**
Conductividad (µS/cm)	25	26	25	26	27	27	26
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9,74	10,14	10,05	10,21	10,46	10,49	10,28
pH (unidades)	7,23	7,47	7,43	7,42	7,23	7,44	7,41
Sólidos totales disueltos (mg/L)	13	13	13	13	14	14	13
Temperatura (°C)	9,16	9,21	9,20	9,26	9,36	9,39	9,40
Sólidos Flotantes y espumas no naturales	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Petróleo u otro hidrocarburo	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

Fuente: Elaboración propia.

Conductividad: Los valores de conductividad registrados en las estaciones evaluadas presentaron una baja variación, con valores que oscilaron entre 25 y 27 µS/cm. El valor más alto se registró en las estaciones E-5 y E-6 (27 µS/cm), mientras que el valor más bajo se observó en las estaciones E-1 y E-3 (25 µS/cm). En las demás estaciones los valores fueron similares, fluctuando entre 26 µS/cm.

Oxígeno disuelto: Este parámetro es esencial para determinar la calidad de las aguas, ya que sustenta las distintas formas de vida de un sistema fluvial, y determina la presencia de agentes contaminantes y procesos de degradación. Los valores de oxígeno disuelto presentaron una variación moderada entre las estaciones monitoreadas, con concentraciones que fluctuaron entre 9,74 y 10,49 mg/L. El valor más alto se registró en la estación E-6 (10,49 mg/L), mientras que el valor más bajo se obtuvo en la estación E-1 (9,74 mg/L). Según lo establecido en la NCh1333.Of78, los valores de todas las estaciones se encuentran por sobre lo establecido dando cumplimiento a la norma (> a 5 mg/L).

pH: Los valores registrados mostraron una baja variación entre las estaciones, con un rango entre 7,23 y 7,47 unidades de pH. El valor más alto se obtuvo en la estación E-2 (7,47), mientras que el valor más bajo se registró en la estación E-1 (7,23). Por lo tanto, se obtuvieron valores que se encuentran entre los rangos establecido en la norma de pH (6,0 a 9,0), dando cumplimiento según lo establecido en la NCh1333.Of78.

Sólidos totales disueltos: Los datos obtenidos de sólidos totales disueltos presentaron una baja variabilidad entre las estaciones evaluadas, con concentraciones que oscilaron entre 13 y 14 mg/L. Los valores más altos se registraron en las estaciones E-5 y E-6 (14 mg/L), mientras que los valores más bajos se observaron en las estaciones E-1, E-2, E-3, E-4 y E-7 (13 mg/L).

Temperatura: La temperatura del agua presentó valores entre 9,16 y 9,40 °C. La temperatura más alta se registró en la estación E-7 (9,40 °C), mientras que la más baja se observó en la estación E-1 (9,16 °C). Las demás estaciones presentaron temperaturas similares, con valores entre 9,20 y 9,39 °C, evidenciando condiciones térmicas homogéneas en el cuerpo de agua durante el periodo evaluado.

Sólidos Flotantes y espumas no naturales: En las estaciones muestreadas durante las campañas, no se observó la presencia de sólidos flotantes asociadas a contaminantes como neumáticos, envoltorios de alimentos, entre otros. Por esto, según lo establecido en la NCh1333.Of78 todas las estaciones monitoreadas cumplen con la normativa para vida acuática respecto a este punto.

Petróleo u otro hidrocarburo: En las estaciones muestreadas durante las campañas, no se registró la presencia de petróleo u otro hidrocarburo. Por esto, según lo establecido en la NCh1333.Of78 todas las estaciones monitoreadas cumplen con la normativa para vida acuática respecto a este punto.

5.3.2 Parámetros Medidos en laboratorio

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de calidad de agua en el laboratorio Hidrolab. Los valores son comparados con los límites establecidos en la NCh1333.Of78 "*Requisitos de calidad de agua para diferentes usos"* para vida acuática.

Los parámetros analizados en laboratorio corresponden a Nitrato, Nitrito, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales y DBO_5.

Tabla 5-4. Parámetros fisicoquímicos determinados en laboratorio en la columna de agua para cada una de las estaciones muestreadas, Campaña invierno 2026.

Cuerpo de agua	Río Melilahuén						
Parámetros	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
Nitrito (mg/L)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Nitrato (mg/L)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nitrógeno total (mg/L)	1,00	0,55	0,86	0,63	0,47	0,59	0,80
Fósforo total (mg/L)	0,46	0,46	< 0,2	0,23	0,23	0,4	0,38
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	12
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	4,62	5,90	4,48	6,88	4,62	5,98	4,98

Fuente: Elaboración propia a partir de Hidrolab.

Nitrito: Los valores de este parámetro en todas las estaciones se encuentran por debajo del límite de detección (0,03 mg/L).

Nitrato: Los valores de este parámetro en todas las estaciones se encuentran por debajo del límite de detección (0,2 mg/L).

Nitrógeno total: Los valores de nitrógeno total reflejan la carga de compuestos nitrogenados presentes en el agua. Según los resultados entregados por el laboratorio, la estación E-1 presenta la mayor concentración (1,00 mg/L), lo que sugiere un mayor aporte de nutrientes en comparación a las otras estaciones, en donde E-5 presenta la menor concentración (0,47 mg/L).

Fósforo total: De acuerdo con los resultados entregados por el laboratorio, en la estación E-3, los valores se encuentran bajo el límite de detección (0,2 mg/L), mientras que en E-1 y E-2 se obtuvieron los valores más altos con 0,46 mg/L en cada una.

Sólidos Suspendidos Totales: Este parámetro refleja la cantidad de partículas presentes en el agua. En todas las estaciones se obtuvieron valores inferiores al límite de detección (5,0 mg/L) a excepción de la E-7 en donde se obtuvo un valor de 12 mg/L.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5): Este parámetro refleja la carga de materia orgánica biodegradable en el agua. En todas las estaciones se obtuvieron distintos valores, presentándose la menor concentración en E-3 con 4,48 mg/L y la mayor concentración en E-4 con 6,88 mg/L. Esto indica un mayor consumo de oxígeno en la E-4, asociado a mayor contaminación orgánica, respecto a las demás estaciones.

5.4 Fauna Acuática

5.4.1 Comunidades bentónicas

El ensamble de macroinvertebrados bentónicos analizados en la campaña de invierno 2026, registro un total de 19 taxa, donde la mayor parte de ellos correspondieron a estados inmaduros de insectos (larvas y pupas), distribuidas en los órdenes Díptera (6 familias), Coleóptera (2 familias), Tricóptera (2 familias), Ephemeroptera (2 familia) y Odonata (1 familia) (Tabla 4). Para los taxa que no son insectos, se observó la presencia de organismos anélidos del orden Haplotaxida con las familias Naididae y Lumbriculidae, además de moluscos gastrópodos (2 familias) y bivalvos (1 familia). Finalmente se observó la presencia de nematodos indeterminados (Tabla 5-5; **Figura 5-2)**

Los taxa más abundantes durante la campaña fueron nemátodos indeterminados con una abundancia de 100 Ind/m2 lo que equivale al 16,8% del total de la abundancia del ensamble, seguido por insectos de la familia Leptoceridae (Tricóptera) y Chironomidae (Díptera) con 88,9 y 83,3 Ind/m2, equivalente al 15% y 14% de la abundancia total, respectivamente (Tabla 5-5; **Figura 5-2**)

.

Tabla 5-5. Abundancias de macroinvertebrados bentónicos Ind/m² (> 250 µm) registradas en dos réplicas (n=2) en las siete estaciones de muestreo del proyecto. El color verde indica las especies más abundantes y el color naranjo destaca la estación con mayor cantidad de individuos (Ind/m²), Campaña invierno 2026.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE / GRUPO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Total, por taxa	% por taxa
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbriculidae	Lumbriculidae spp. Indet.				27,8				27,8	4,7
			Naididae	*Nais* sp.		11,1		16,7				27,8	4,7
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Psephenidae Larva	Psephenidae spp. Indet.							11,1	11,1	1,9
			Elmidae Larva	Elmidae spp. Indet.	16,7	22,2						38,9	6,5
		Diptera	Athericidae Larva	Athericidae spp. Imdet.	11,1							11,1	1,9
			Ceratopogonidae Larva	Ceratopogonidae spp. Indet.						16,7		16,7	2,8
			Chironomidae Larva	Chironomidae spp. Indet.	22,2	16,7	22,2			22,2		83,3	14,0
			Limoniidae Larva	Limoniidae spp. Indet.				22,2				22,2	3,7
			Simuliidae Larva	Simuliidae spp. Indet.						16,7		16,7	2,8
			Tipulidae Larva	Tipulidae spp. Indet.			16,7	22,2			22,2	61,1	10,3
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae larva	*Meridialaris* sp.				11,1				11,1	1,9
				Nousia sp.		11,1						11,1	1,9
		Odonata	Coenagrionidae Larva	Coenagrionidae spp. Indet.			11,1					11,1	1,9
		Trichoptera	Leptoceridae Larva	Leptoceridae spp. Indet.		22,2				11,1	55,6	88,9	15,0
			Hydropsychidae	*Smicridea* sp.						11,1		11,1	1,9
Mollusca	Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae	*Pisidium* sp.		11,1						11,1	1,9

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE / GRUPO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Total, por taxa	% por taxa
	Gastropoda	superordenHygrophila	Planorbidae	*Biomphalaria* sp.					22,2			22,2	3,7
			Chilinidae	*Chilina* sp.						11,1		11,1	1,9
Nematoda	Adenophorea	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado						100		100	16,8
Total					**50**	**94,4**	**50**	**100**	**22,2**	**188,9**	**88,9**		

Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

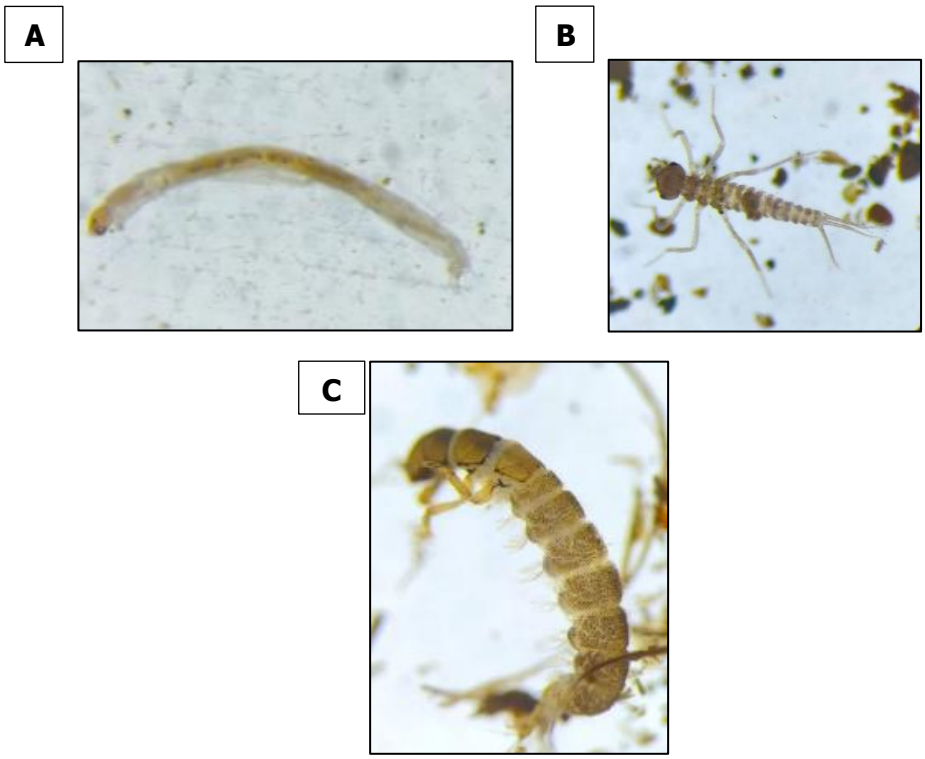


Figura 5-2. Algunos macroinvertebrados bentónicos registrados durante la campaña de muestreo. A). Larva de díptero de la familia Chironomidae; B). Larva de odonata de la familia Coenagrionidae; C). Larva de tricóptero de la familia Smicridea.
Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

5.4.1.1 Abundancia

De acuerdo con el análisis de parámetros comunitarios de los macroinvertebrados bentónicos de la campaña de muestreo de julio 2026, se observaron las mayores abundancias en E-6 con 189,9 Ind/m^2, mientras que E-5 mostró los valores más bajos con 22,2 Ind/m^2 (Tabla 5-6).

5.4.1.2 Riqueza

La riqueza taxonómica mostró los valores más altos en las estaciones E-6 con 7 taxa, mientras que E-5 registró solo 1 taxa, siendo esta última estación al de menor valor (Tabla 5-6).

5.4.1.3 Biodiversidad de Shannon (H')

Los valores de la diversidad de Shannon mostraron los mayores valores en E-2 con 1,74 nits/ind, mientras que E-7 obtuvo el menor valor del índice con 0,9 nits/ind (Tabla 5-6). Cabe mencionar que no fue posible estimar el valor del índice en E-5 debido a la presencia de solo una taxa (Tabla 5-6).

5.4.1.4 Equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou mostró valores muy equitativos y similares entre las estaciones E-1 a la E-4 (Tabla 5-6), mientras que valores más bajos se observaron en E-7 y E-6 (0,82 y 0,78, respectivamente). No fue posible estimar el valor de este índice en E-5 debido a la presencia de solo una taxa (Tabla 5-6).

Tabla 5-6. Índices comunitarios de las estaciones muestreadas: S) Riqueza taxonómica, N) Abundancia total (Indx100m-3), J') Índice de equidad de Pielou, H') Índice de Shannon (nits/ind), Campaña invierno 2026.

Estación	S	N	J'	H'
E-1	3	50	0,97	1,06
E-2	6	94,4	0,97	1,74
E-3	3	50	0,97	1,06
E-4	5	100	0,97	1,57
E-5	1	22,2	-	-
E-6	7	188,9	0,78	1,52
E-7	3	88,9	0,82	0,9

Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

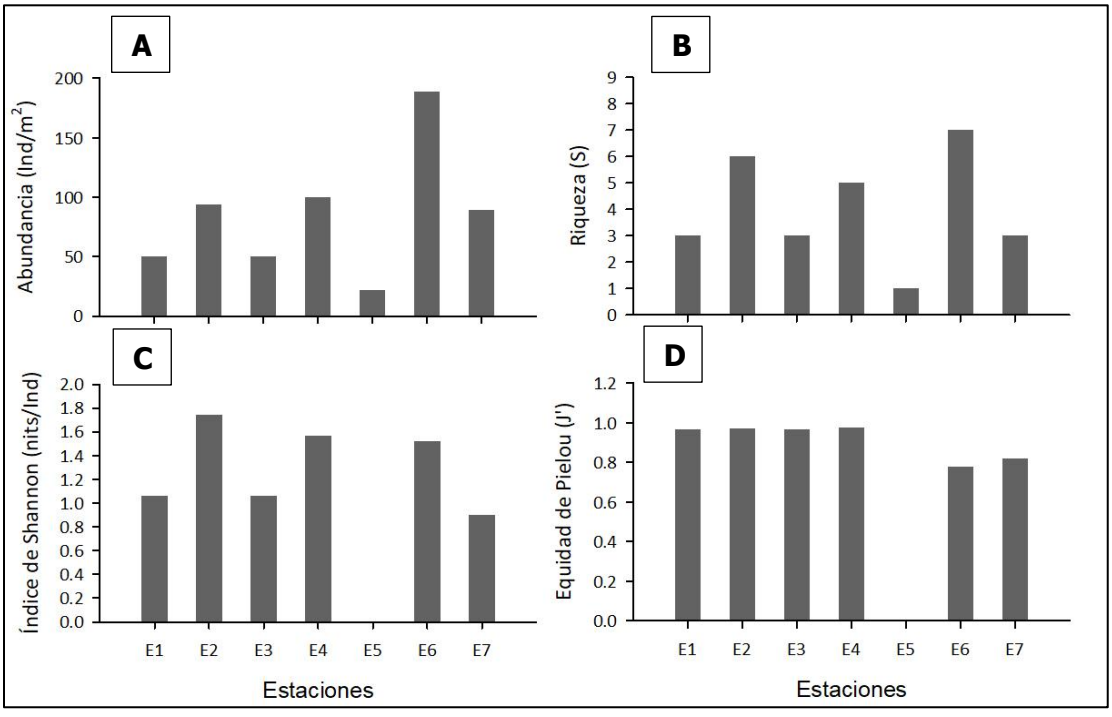


Figura 5-3. Variabilidad de parámetros comunitarios de macroinvertebrados bentónicos en las siete estaciones de muestreo analizadas; A: abundancia (N), B: Riqueza (S), C: Diversidad de Shannon (H') y D: Equidad de Pielou (J'). Campaña invierno 2026.

Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

5.4.1.5 Análisis de Clúster para los macroinvertebrados

Al realizar el análisis de conglomerados con un nivel arbitrario de corte de 50% de similitud se observa una baja similitud general entre estaciones (< 50%). Los niveles más alto de similitud fueron observados entre E-1 y E-2 con un 45,8%. Por otro lado, E-4 y E-7 formaron un clúster con una similitud cercana al 25%, mientras que E-6 y E-5 fueron las que menor valor de similitud respecto al resto de las estaciones. Estas agrupaciones no fueron estadísticamente significativas (SIMPROF Pi: 1,99; p= 0,75) al clúster formado entre E-1, E-2 y E-3 (Figura 5-4).

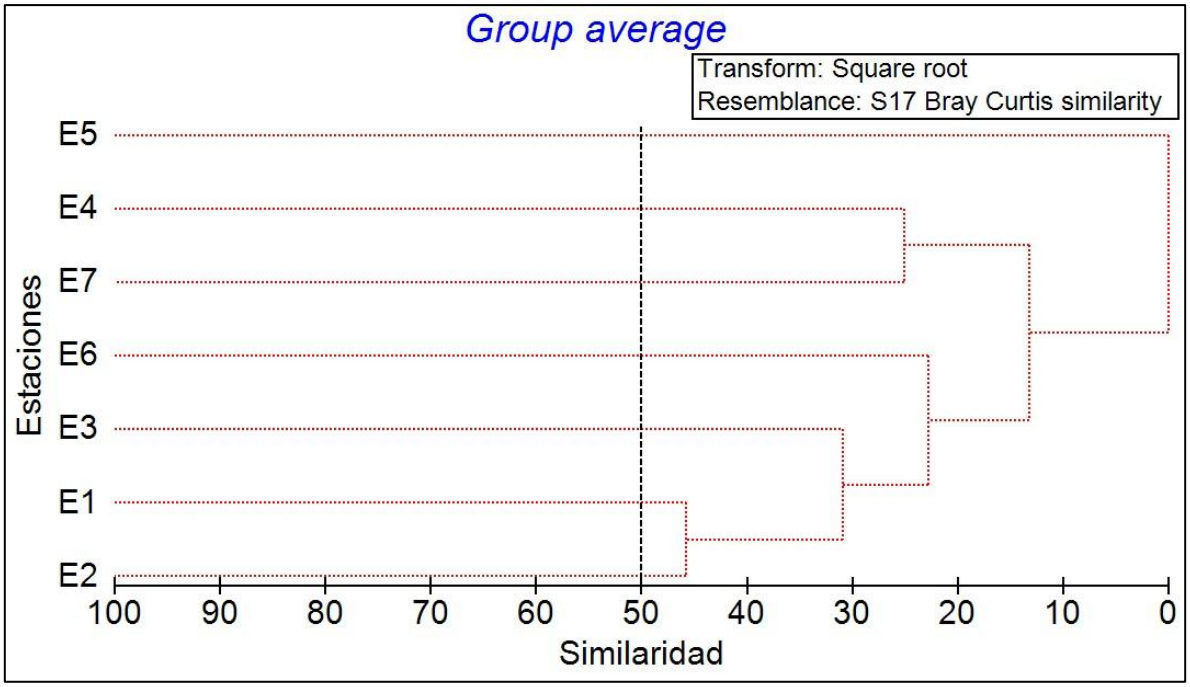


Figura 5-4. Clasificación y ordenación de las siete estaciones de muestreo mediante análisis de clúster (ligamiento promedio), los análisis se realizaron sobre la base de una matriz de disimilitud de Bray & Curtis. Campaña invierno 2026.

Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

5.4.1.6 Índice Biótico de Familia (ChIBF)

El índice biótico de familia (ChIBF) aplicado a las siete estaciones de muestreo, registró valores que caracterizaron a las estaciones mencionadas en diferentes niveles de perturbación ambiental (Tabla 5). En la actual campaña, 5 estaciones mostraron valores medios del índice biótico ChIBF (rangos entre 4,89 a 6,11) clasificándose en la Clase III las estaciones E-1, E-2, E-3, E-4 y E-6 con un estado de calidad de agua "regular, perturbado", mientras que E-7 mostró valores que clasifican en calidad de agua "Muy bueno, no perturbado" (Tabla 5-7). Excepcionalmente en E-5 no fue posible estimar el valor del índice ChIBF, debido a que los organismos presentes en esta estación no están incluidos en la lista de organismos con valores de tolerancia según lo indicado por Figueroa et al., 2003.

Tabla 5-7. Resultados del sistema de clasificación de calidad de agua basado en los valores del índice biótico de familias (Ch IBF) para el tramo del río asociado al área de estudio. Campaña invierno 2026.

Estación	ChIBF	Clase	Características Ambientales
E-1	4,89	III	Regular, perturbado
E-2	5,24	III	Regular, perturbado
E-3	6,11	III	Regular, perturbado
E-4	5,71	III	Regular, perturbado
E-5	-	-	-
E-6	5,75	III	Regular, perturbado
E-7	3,75	I	Muy bueno, no perturbado

Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

5.4.1.7 Índice Ephemeroptera Plecóptera y Trichoptera (EPT)

El índice biótico EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera), utiliza la presencia de especies de estos órdenes como indicador de calidad de aguas. Al ser aplicado a las estaciones de muestreo, el índice arrojó en 5 estaciones una mala calidad de agua (clase 4), sin embargo, la estación 2 indica una regular calidad (clase 3), mientras que en la estación 7, el índice indica un estado de calidad bueno (clase 2) (Tabla 5-8).

Tabla 5-8. Resultados de la clasificación de Calidad de agua según el índice biótico EPT Campaña invierno 2026.

Estación	Índice EPT%	Clase	Características Ambientales
E-1	0	4	Mala
E-2	35,3	3	Regular
E-3	0	4	Mala
E-4	11,1	4	Mala
E-5	0	4	Mala
E-6	11,8	4	Mala
E-7	62,5	2	Bueno

Fuente: Season Mediciones Ambientales Ltda.

5.4.2 Fauna Íctica

En la campaña de invierno 2026, a pesar de los esfuerzos de muestreo no se obtuvieron registros de especies correspondientes a este grupo.

6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el estudio limnológico realizado en el Río Melilahuén, correspondiente a la campaña de invierno de 2026 dentro del proyecto "Sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas de la Localidad de Lican Ray", se evidenció que la morfología del cauce presentó variaciones entre las estaciones de muestreo, registrándose un ancho medio entre 6,0 y 13,5 m y una profundidad máxima entre 0,7 y 1,6 m. En cuanto a la composición del sustrato, se observó una alta heterogeneidad sedimentológica, con predominio de arena, limo, bolones y guijarros, dependiendo de la estación, destacando la presencia de bolones dispersos sobre sustrato fino a medio en gran parte del tramo evaluado. Todas las estaciones correspondieron al lecho de río, presentaron un hábitat rápido-profundo y, en su mayoría, un ambiente no enfangado, con excepción de las estaciones E-3 y E-4, donde se registraron condiciones enfangadas. Respecto al entorno, predominó la presencia de matorral o bosque nativo en el entorno directo de todas las estaciones, mientras que el entorno indirecto estuvo conformado por una combinación de matorral o bosque nativo y viviendas, reflejando un paisaje con influencia tanto natural como antrópica.

Los parámetros de calidad de agua medidos in situ en el Río Melilahuén, correspondientes a oxígeno disuelto, pH y temperatura, presentaron valores que se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la Norma Chilena NCh1333.Of78 en las siete estaciones de muestreo, indicando condiciones adecuadas de calidad del agua para los usos contemplados en dicha normativa. Asimismo, durante las campañas de terreno no se observó la presencia de hidrocarburos, espumas de origen no natural ni sólidos flotantes, lo que evidencia la ausencia de indicios visibles de contaminación en el tramo evaluado.

De acuerdo con los análisis de parámetros de calidad de agua de laboratorio, se evidencian variaciones entre las estaciones de muestreo. Los parámetros nitrito y nitrato presentan en todas las estaciones valores inferiores a sus respectivos límites de detección, lo que indica buenas condiciones respecto de estos parámetros. La estación E-1 presenta la mayor concentración de nitrógeno total (1,00 mg/L), mientras que E-5 presenta la menor (0,47 mg/L). Para fósforo total, las mayores concentraciones se registran en E-1 y E-2, ambas con 0,46 mg/L, mientras que E-3 presenta un valor bajo el límite de detección. En cuanto a sólidos suspendidos totales, todas las estaciones presentan valores inferiores al límite de detección, a excepción de E-7, que registra 12 mg/L. Finalmente, la DBO5 presenta su mayor concentración en E-4 (6,88 mg/L) y la menor en E-3 (4,48 mg/L), evidenciándose una mayor carga de materia orgánica biodegradable en E-4.

Para la campaña de invierno de 2026, el sistema evaluado evidenció un nivel de alteración ambiental moderado. Esta condición se sustenta en la presencia de ocho taxa altamente tolerantes a la perturbación, entre los que destacan insectos de las familias Chironomidae y Coenagrionidae, gastrópodos de la familia Physidae y anélidos de las familias Naididae y Lumbriculidae, los cuales, en conjunto, representaron el 34,6 % de la abundancia total de macroinvertebrados bentónicos. Estas familias presentan valores de tolerancia entre 6 y 9 (Figueroa et al., 2003). No obstante, del total de familias identificadas, ocho correspondieron a taxa con menores niveles de tolerancia (valores entre 2 y 4), representando el 41 % del ensamble. La coexistencia de organismos sensibles y tolerantes sugiere una perturbación intermedia del sistema, donde la composición de la comunidad refleja un equilibrio entre condiciones favorables y la presencia de factores de alteración.

Las abundancias registradas fueron moderadas, con valores máximos de 189 ind/m², mientras que la riqueza alcanzó un total de 19 taxa. Esta condición fue consistente con los valores del índice de diversidad de Shannon, cuyo promedio no superó los 1,3 nits/ind, cifra inferior a la esperada para ecosistemas con buen estado ecológico, donde habitualmente fluctúa entre 2 y 3 nits/ind (Pla, 2006). En contraste, el índice de uniformidad de Pielou (J') presentó valores elevados en todas las estaciones, indicando una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre los distintos taxa y la ausencia de una dominancia marcada por parte de algún grupo en particular.

Por otra parte, el análisis de similitud (Clúster) evidenció una baja similitud entre las estaciones y una alta heterogeneidad en la composición y abundancia de macroinvertebrados bentónicos, sin identificarse grupos de estaciones estadísticamente diferenciados. Esta variabilidad espacial es coherente con las diferencias observadas en las características del hábitat y con la respuesta diferencial de las comunidades bentónicas a las condiciones ambientales presentes en el área de estudio.

En cuanto a la evaluación de la calidad biológica del sistema, el índice biótico de familias de Chile (ChIBF) indicó que cinco de las siete estaciones presentaron una calidad de agua de tipo "Clase III, Regular, perturbado", mientras que solo una estación registró valores correspondientes a "Clase I, Muy bueno, no perturbado". Estos resultados concuerdan con la composición taxonómica observada, donde la presencia de taxa sensibles, como efemerópteros, tricópteros, algunos dípteros y odonatos, contribuyó significativamente al valor del índice, moderando el efecto de las familias más tolerantes y reflejando un grado intermedio de alteración ambiental.

En términos generales, la integración de los índices comunitarios y bióticos permite concluir que el sistema corresponde a un ambiente medianamente perturbado, caracterizado por una riqueza

taxonómica, diversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de nivel moderado. Finalmente, durante la presente campaña no se registraron individuos pertenecientes a especies clasificadas en alguna categoría de conservación de acuerdo con el Reglamento para la Clasificación de Especies.

En cuanto a la abundancia y riqueza de la fauna íctica, a pesar de los esfuerzos de muestreo no se obtuvieron registros de especies correspondientes a este grupo.

7 BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A, & J, A, CAMARGO, 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles, Ecosistemas, 3: 1-12.

Armesto, J., Valdovinos, C. (eds) Biodiversidad y Ecología de la Cordillera de la Costa de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Benedetto, L. 1974. Clave para la determinación de los Plecópteros Sudamericanos. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 9: 141-170.

Caamaño, M. 1985. Taxonomía de las ninfas terminales de Plecoptera (Insecta) en tres ritrones preandinos de Riflihue, X región, Chile. Tesis de grado para optar al título de profesor de Biología y Química. Universidad Austral 146 pp.

Cade-Idepe. Consultoría en Ingeniería 2004. Diagnósticos y clasificación de los cursos y cuerpos de aguas según objetivos de calidad, "Cuenca del Río Itata". Gobierno de Chile, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.

Campos, H., Ruiz, V., Gavilán J., Alay, F. 1993a. Peces del Río Bío-Bío. Serie Publicaciones de Divulgación EULA, Universidad de Concepción, Chile. 100 pp.

CARRERA C. & FIERRO C., 2001. Manual de Monitoreo, Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua, Ecociencia, Quito.

Cekalovic, T. 1974. Divisiones biogeográficas de la XII Región Chilena (Magallanes). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Tomo XLVIII, pp. 297-314.

Clarke, K. & Gorley, R. 2005. PRIMER v.6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E ltda. playmouthn, UK

CSIRO. 1979. The Insects of Australia. A textbook for Students and Research workers. 1029 páginas.

Dyer, B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. Estudios oceanológicos, 1977- 98.

Domínguez, E., Hubbard, M. & Petters, W. 1992. Clave para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) Sudamericanos. Biología Acuática16. 32 p.

Ferru, M, & Fierro, P. 2015. Estructura de macroinvertebrados acuáticos y grupos funcionales tróficos en la cuenca del río Lluta, desierto de Atacama, Arica y Parinacota, Chile. IDESIA (Chile) 33: 47-54pp.

Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E. & O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: 275-285.

Flint, O. 1974. Checklist of the trichoptera, or caddisflies, of Chile. Revista Chilena de Entomología 8: 83-93.

Flint, O. 1973. Studies of neotropical caddis flies XVI: The genus Austrotinodes (Trichoptera: Psychomyiidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 86: 127-142.

Flint, O. 1979. Studies of neotropical caddis flies XXIII: New genera from the Chilean region. Proceedings of the Biological Society of Washington 92(3): 640-649.

Flint, O. 1983. Notochauliodes penai, a new genus and species of Megaloptera from Chile (Neuroptera: Corydalidae). Entomology News. 94(1): 15-17.

Habit, E., Victoriano, P. 2005. Peces de agua dulce de la Cordillera de la Costa. In: Smith-Ramírez C,

Hauer, F. & V. Resh. 2007. Macroinvertebrates. En: Hauer FR & GA Lamberti (eds) Methods in Stream Ecology: 435-464. Academic Press, San Diego, California.

Hinselhoff, W. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of the North American Benthological Society 7: 65-68.

Illies, J. 1963. Revision der sudamericanischen Gripopterygidae (Plecoptera). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Lausanne. 36(3): 135-248.

Illies, H. 1970. Geología de los alrededores de Valdivia y volcanismo y tectónica en márgenes del pacífico en Chile meridional. Instituto de Geología y Geografía. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Jara, C. 1996. Taxonomía, sistemática y zoogeografía de las especies chilenas del género *Aegla* (Crustacea: Decapoda: Anomura: Aeglidae). Tesis Escuela de Graduados. Universidad de Concepción. 180 pp.

Mc Cafferty, W. 1983. Aquatic entomology. Jones & Bartlet Publ. Inc. Boston, USA.412.

Merritt, R., & K. Cummins. 1984. An introduction to the aquatic insects of North America. Second ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 722 pp.

Ministerio del Medio Ambiente. Especies. Clasificación según Estado de Conservación. Disponible en http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/, (online).

Moya, C., Valdovinos C. & V. Olmos. 2002. Efecto de un embalse sobre la deriva de macroinvertebrados en el río Bio-Bío (Chile central). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile).

Moya, C., Valdovinos, C., Moraga, A., Romero, F., Debel, P. & A. Oyanedel. 2009. Patrones de distribución espacial de ensambles de macroinvertebrados bentónicos de un sistema fluvial Andino Patagónico. Revista Chilena de Historia Natural. 82:425-442

Niemeyer, H. 1980. Las Hoyas hidrográficas de Chile: 8ª región del Bío-Bío, 9ª región la Araucanía. 10ª región de Los Lagos. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.

Norma Chilena. 1987. Norma Chilena NCh 1333 Of.78 Modificadaen1987. Requisitos de calidad de agua para diferentes usos.

Oyanedel, A., Valdovinos, C., Moya, C., Azocar, M., Mancilla, G. & R. Figueroa. 2008. Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aisén. Gayana 72: 241-257

Smith, T. & Smith, R. 2007. Ecología 6° edición. Pearson Educación, Madrid 682 pp.

Valdovinos, C., 2006. Estado de conocimiento de los Gastrópodos dulceacuícolas de Chile. Gayana 70 (1):88-95.

Vila, I., Fuentes, L., Contreras, M. 1999a. Peces Límnicos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 48: 61-75.

Wentworth, C. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journ Geol, 30, 377-1392.

8 ANEXOS

8.1 Permiso de Pesca de Investigación

Verificación del Documento:
- Id del Documento: 36823
- Código de verificación: 45602551019
- Verificar validez en https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PINV E-2026-107 "CARACTERIZACIÓN LIMNOLOGICA"

AUTORIZA A DSS. S.A., PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO, **09/04/2026**

R. EX. Nº **E-2026-262**

VISTO: Lo solicitado por DSS S.A., mediante ingreso electrónico SUBPESCA E-PINV-2026-093, de fecha 26 de marzo de 2026; lo informado por el Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría, mediante Informe Técnico Nº E-2026-107 de fecha 30 de marzo de 2026; los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado **"CARACTERIZACIÓN LIMNOLOGICA, ASOCIADA AL PROYECTO SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; las Leyes Nº 19.880 y Nº 21.358; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430, de 1991, el D.F.L. Nº 5, de 1983, el D.S. Nº 461, de 1995, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la resolución exenta Nº1.843 del año 2024, que establece las condiciones para el otorgamiento de pescas de investigación ambientales de bajo impacto, modificada por las resoluciones exentas Nº 170 y Nº 3.034, ambas de 2025, y la resolución exenta Nº 643 de 2026 todas de esta Subsecretaría.

C O N S I D E R A N D O:

Que, DSS S.A., mediante ingreso electrónico citado en Visto, realiza solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado **"CARACTERIZACIÓN LIMNOLOGICA, ASOCIADA AL PROYECTO SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA"**.

Que, mediante Informe Técnico citado en Visto, el Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, de bajo impacto conforme lo señalado en la Resolución Exenta Nº 1.843 de 2024, de esta Subsecretaría, que establece las condiciones para el otorgamiento de pescas de investigación ambientales de esta naturaleza.

Que, asimismo, el mencionado informe técnico ha concluido que tanto el personal técnico participante en la pesca de investigación como asimismo el Jefe de Proyecto responsable han acreditado tener conocimientos suficientes de nivel técnico o profesional en las áreas de pesquería, acuicultura o ciencias del mar, de conformidad con los currículum vitae y demás antecedentes adjuntos a la solicitud, dando cumplimiento a las exigencias establecidas en los artículos 4° y 5° del D.S. Nº 461, de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

Página **1** de **3**

Que dichas personas tendrán a su cargo la asistencia técnica en la elaboración, ejecución y evaluación científica de la pesca de investigación.

Que, de acuerdo con lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y el D.S. N° 461, de 1995, antes citado, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

Que, mediante Resolución Exenta N° 643 de 2026, citada en Visto, se delegó en don Nicolás Lembeye Illanes, jefe de la División Jurídica de esta Subsecretaría, o quien lo reemplace, la facultad de otorgar autorizaciones de pesca de investigación, y de requerir los antecedentes necesarios para verificar el cumplimiento de los requisitos que la normativa establece para conceder dichas autorizaciones.

R E S U E L V O:

1.- Autorízase a DSS S.A., R.U.T. N° 77.904.240-5, con domicilio en Los Pensamientos N°197, San Pedro de la Paz, Región del Biobío, casilla de correo electrónico gabriel.cruz@dss.cL, para realizar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado **"CARACTERIZACIÓN LIMNOLOGICA, ASOCIADA AL PROYECTO SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA"** elaborados por la peticionaria, el informe técnico citado en Visto y la Resolución Exenta N° 1.843 de 2024, y sus modificaciones de esta Subsecretaría disponibles en https://www.subpesca.cl/portal/615/articles-122707_documento.pdf; https://www.subpesca.cl/portal/615/articles-124394_documento.pdf y https://www.subpesca.cl/portal/615/articles-128327_documento.pdf todas las cuales se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en detectar y determinar los grupos de interés pertenecientes a los componentes bióticos (ictiofauna, macroinvertebrados y otros) en el área de influencia del proyecto a modo de caracterizar y determinar la presencia o ausencia de especies en categoría de conservación.

3.- La pesca de investigación se efectuará en un período de 24 meses contados a partir de la entrada en vigencia de la presente resolución y se desarrollará en el estero Melilahuen, localidad de Lican ray, comuna de Villarrica, región de La Araucanía.

4.- Para el cumplimiento de los objetivos de la pesca de investigación, se autoriza al peticionario el muestreo con retención temporal y manipulación controlada de especies hidrobiológicas sujetas a medidas de administración y manejo, incluyendo especies nativas clasificadas al menos como vulnerables (VU) y poblaciones de baja productividad y lenta recuperación, así como el muestreo de restos biológicos recolectados en terreno, conforme a lo establecido en la Resolución Exenta N° 1.843 de 2024 y sus modificaciones (Res. Ex. 170 de 2025 y Res. Ex. 3.034 de 2025), dentro de su ámbito de aplicación y normativa sectorial vigente.

5.- La peticionaria designa como personas responsables legales de la presente pesca de investigación a don Pablo Zenteno Hidalgo, del mismo domicilio de la solicitante.

6.- El jefe de proyecto, responsable técnica del presente estudio será don Rodrigo Martínez Maldonado, ingeniero en recursos naturales. Asimismo, el personal técnico corresponde a la persona que se indica, en la calidad que en cada caso se señala:

Página **2** de **3**

Nombre	Función
Macarena Toledo Muñoz	Muestreador
Nicolás Cortés Soto	Muestreador
Alvaro Esparza Moreno	Muestreador
Angela Schafer Navarro	Muestreador
Catalina Lastra Avendaño	Muestreador
Diego Verdugo Parra	Muestreador
Katterin Gutiérrez Inostroza	Muestreador

7.- La solicitante deberá dar estricto cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Resolución Exenta N° 1.843 de 2024, y sus modificaciones, citadas en Visto, bajo los apercibimientos legales respectivos.

8.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

9.- La presente resolución entrará en vigencia en la fecha de la última publicación de su texto íntegro en el sitio de dominio electrónico de esta Subsecretaría o del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

10.- Transcríbase copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CORREO ELECTRÓNICO, PUBLÍQUESE A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE.

Por orden del Sr. Subsecretario de Pesca y Acuicultura.

NICOLÁS LEMBEYE ILLANES
Jefe de División Jurídica

Página **3** de **3**

8.2 Resultados de calidad de agua de laboratorio



Hidrolab

Informe de Análisis 441240/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:51

Identificación del Cliente

Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150. - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441240-1/2026.0 - Id: 2657966 - E-1

Subárea o producto:	Agua superficial		
Término de muestreo:	19-07-2026 09:20	**Fecha de Recepción:**	20-07-2026 09:00
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-1	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	44,3 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 09:18
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4,62 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:15
Fósforo total	0,46 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	1,0 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	24-07-2026 08:14
pH	7,02 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 09:13
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,2 °C	--- °C	SM 2550 B	20-07-2026 09:13

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	1,00 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quillcura-Teléfono +569 68668375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.com
Autorización ETFA: 003-01

Pag. 1/2

Hidrolab

Informe de Análisis 441241/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:52

Identificación del Cliente	
Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150. - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441241-1/2026.0 - Id: 2657967 - E-2

Subárea o producto:	Agua superficial		
Término de muestreo:	19-07-2026 11:20	**Fecha de Recepción:**	20-07-2026 09:00
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-2	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	43,1 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 10:00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5,90 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:29
Fósforo total	0,46 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	0,55 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	21-07-2026 18:38
pH	7,52 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 10:00
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,3 °C	--- °C	SM 2550 B	20-07-2026 10:00

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	0,55 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quilicura-Teléfono +569 68669375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.com
Autorización ETFA: 003-01 Pag. 1/2



Hidrolab

Informe de Análisis 441242/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:53

Identificación del Cliente

Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150. - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441242-1/2026.0 - Id: 2657968 - E-3

Subárea o producto:	Agua superficial		
Término de muestreo:	19-07-2026 09:40	**Fecha de Recepción:**	20-07-2026 09:00
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-3	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	64,3 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 09:09
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4,48 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:29
Fósforo total	< 0,2 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	0,86 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	21-07-2026 10:13
pH	7,36 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 09:16
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,3 °C	--- °C	SM 2550 B	20-07-2026 09:16

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	0,86 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quillcura-Teléfono +569 68669375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.cors
Autorización ETFA: 003-01

Pag. 1/2

Hidrolab

Informe de Análisis 441243/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:54

Identificación del Cliente	
Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150, - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441243-1/2026.0 - Id: 2657969 - E-4			
Subárea o producto: Agua superficial			
Término de muestreo: 19-07-2026 10:00		**Fecha de Recepción:** 20-07-2026 09:00	
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-4	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	43,9 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 10:00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	6,88 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:29
Fósforo total	0,23 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	0,63 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	20-07-2026 19:55
pH	7,02 unidad de pH	— unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 10:00
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,1 °C	— °C	SM 2550 B	20-07-2026 10:00

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	0,83 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quilicura-Teléfono +569 68686375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.com
Autorización ETFA: 003-01

Pag. 1/2

Hidrolab

Informe de Análisis 441244/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:55

Identificación del Cliente	
Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150. - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441244-1/2026.0 - Id: 2657970 - E-5

Subárea o producto:	Agua superficial		
Término de muestreo:	19-07-2026 10:20	**Fecha de Recepción:**	20-07-2026 09:00
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-5	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	43,1 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 10:00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4,62 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:29
Fósforo total	0,23 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	0,47 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	24-07-2026 11:42
pH	7,04 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 10:00
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,2 °C	--- °C	SM 2550 B	20-07-2026 10:00

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	0,47 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quillcura-Teléfono +569 68669375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.com
Autorización ETFA: 003-01

Pag. 1/2

Hidrolab

Informe de Análisis 441245/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:56

Identificación del Cliente

Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150. - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441245-1/2026.0 - Id: 2657971 - E-6

Subárea o producto:	Agua superficial		
Término de muestreo:	19-07-2026 10:40	**Fecha de Recepción:**	20-07-2026 09:00
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-6	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	43,2 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 10:00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5,98 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:29
Fósforo total	0,4 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	0,59 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	21-07-2026 09:59
pH	7,03 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 10:00
Sólidos suspendidos totales	< 5,0 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,2 °C	--- °C	SM 2550 B	20-07-2026 10:00

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	0,59 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quillcura-Teléfono: +569 68686375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.com
Autorización ETFA: 003-01

Pag. 1/2

Hidrolab

Informe de Análisis 441246/2026.0

Razón de cambio:

Cotización: C9659/2026.1

(FAP-009-01)
Fecha Emisión Informe: 04-08-2026 11:57

Identificación del Cliente

Cliente: DSS S.A.	**RUT:** 77.904.240-5
Dirección: Marchant Pereira #150. - Providencia - Metropolitana de Santiago - Chile	
Contacto: ALVARO ESPARZA	**Teléfono:** +56 987329795

Nº Muestra: 441246-1/2026.0 - Id: 2657972 - E-7

Subárea o producto:	Agua superficial		
Término de muestreo:	19-07-2026 11:00	**Fecha de Recepción:**	20-07-2026 09:00
Tipo de muestra:	Puntual	**Región:**	Región de La Araucanía
Comuna:	Villarrica	**Lugar de muestreo:**	Licán Ray
Punto de muestreo:	E-7	**Dirección de muestreo:**	Licán Ray
Instrumento ambiental:	---	**Proyecto:**	---
Muestreado por:	Cliente		

Resultados Analíticos

Análisis Acreditados INN

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Conductividad	43,8 uS/cm	1 uS/cm	SM 2510 B	20-07-2026 10:00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	4,98 mg/L	2,00 mg/L	SM 5210 B, 4500 O H	20-07-2026 09:29
Fósforo total	0,38 mg P/L	0,2 mg P/L	SM 4500 P B4, 4500 P C	21-07-2026 09:30
Nitrito	< 0,03 mg N/L	0,03 mg N/L	SM 4500 NO2 B	20-07-2026 09:30
Nitrógeno total Kjeldahl	0,80 mg N/L	0,10 mg N/L	SM 4500 Norg C	24-07-2026 14:43
pH	7,45 unidad de pH	--- unidad de pH	SM 4500 H B	20-07-2026 10:00
Sólidos suspendidos totales	12 mg/L	5,0 mg/L	SM 2540 D	20-07-2026 09:20
Temperatura	20,3 °C	--- °C	SM 2550 B	20-07-2026 10:00

Análisis Acreditados ANAB

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrato	< 0,2 mg N/L	0,2 mg N/L	SM 4500 NO3 B	20-07-2026 09:30

Análisis No Acreditados

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha y Hora Análisis
Nitrógeno total	0,80 mg N/L	0,20 mg N/L	---	03-08-2026 15:16

Notas

ND: No determinado.
LD: Límite de Detección. LD para todos los ensayos excepto ensayos de cromatografía gaseosa, en el cual se considera Límite de Cuantificación.
SM: *Standard Methods* for the Examination of Water and Wastewater, 24th. Edition 2023.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
El presente informe no es de carácter ETFA.
Laboratorio Hidrolab S.A declara exención de responsabilidad cuando la información del muestreo es proporcionada por el cliente, los resultados se aplican a la muestra como se recibió
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

Acreditado por INN- Acreditaciones LE214,LE215,LE1273,LE1431 y LE1432

Central 681,Quillcura-Teléfono +569 68669375- Rut 78.370.360-2 - www.hidrolab.com
Autorización ETFA: 003-01

Pag. 1/2